

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003年9月25日 (25.09.2003)

PCT

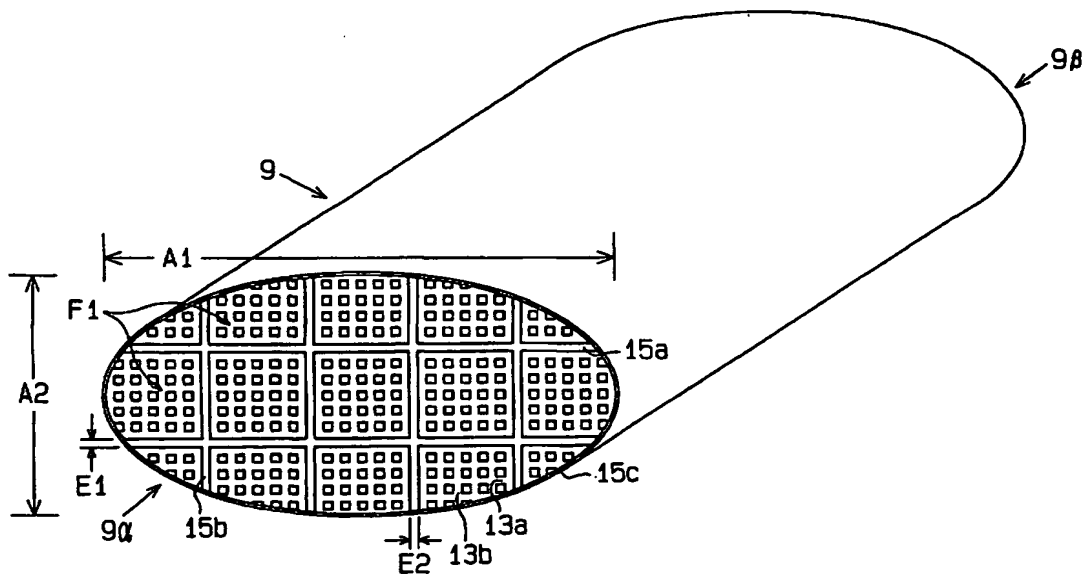
(10) 国際公開番号  
WO 03/078026 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B01D 39/20, 46/00, F01N 3/02 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-8604 岐阜県 大垣市 神田町 2 丁目 1 番地 Gifu (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03183
- (22) 国際出願日: 2003年3月17日 (17.03.2003) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田岡 紀之 (TAOKA, Noriyuki) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県 揖斐郡 揖斐川町北方 1 の 1 イビデン株式会社 大垣北工場内 Gifu (JP). 吉田 豊 (YOSHIDA, Yutaka) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県 揖斐郡 揖斐川町北方 1 の 1 イビデン株式会社 大垣北工場内 Gifu (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2002-72847 2002年3月15日 (15.03.2002) JP (74) 代理人: 恩田 博宣 (ONDA, Hironori); 〒500-8731 岐阜県 岐阜市 大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Gifu (JP).

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC FILTER FOR EXHAUST EMISSION CONTROL

(54) 発明の名称: 排気ガス処理用セラミックフィルタ



(57) Abstract: A ceramic filter assembly (9) hard to cause cracking therein, comprising a plurality of columnar honeycomb filters (F1) formed of porous ceramic sintered bodies which are formed integrally with each other through ceramic seal material layers so as to have a generally elliptic cross sectional shape, the plurality of honeycomb filters further comprising square pole-shaped honeycomb filters having the ratio of the long side lengths to the short side lengths thereof is 1.1 to 3.0, wherein the honeycomb filter is disposed so that the long sides and short sides of the honeycomb filters are parallel with the long diameter and the short diameter of the assembly.

(57) 要約: クラックの生じにくいセラミックフィルタ集合体 (9)。セラミックフィルタ集合体は多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタ (F1) をセラミック質シール材層により一体化され、略楕円形の断面形状を有するように形成される。複数のハニカムフィルタは長辺と短辺との長さの比が 1.1 ~ 3.0 である四角柱状の

[続葉有]

WO 03/078026 A1



(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 排気ガス処理用セラミックフィルタ

## 関連出願

本出願は、2002年3月15日に出願された日本国特許出願2002-72847号に基づく優先権主張出願である。

## 技術分野

本発明は、排気ガス処理用セラミックフィルタに関し、特に、セラミック焼結体からなる複数のフィルタを一体化したセラミックフィルタ集合体、キャニング体、及びその製造に使用可能な柱状ハニカムフィルタに関するものである。

## 従来技術

自動車の台数は飛躍的に増加しており、それに比例して自動車の内燃機関から排出される排気ガスの量も急激な増加の一途を辿っている。特にディーゼルエンジンの出す排気ガス中に含まれる種々の物質は、汚染を引き起こす原因となるため、現在では世界環境にとって深刻な影響を与えつつある。また、最近では排気ガス中の微粒子（ディーゼルパティキュレート）が、ときとしてアレルギー障害や精子数の減少を引き起こす原因となるとの研究結果も報告されている。つまり、排気ガス中の微粒子を除去する対策を講じることが、人類にとって急務の課題であると考えられている。

このような事情のもと、従来より、多様多種の排気ガス浄化装置が提案されている。一般的な排気ガス浄化装置は、エンジンの排気マニホールドに連結された排気管の途上にケーシングを設け、その中に微細な孔を有するフィルタを配置した構造を有している。フィルタの形成材料としては、金属や合金のほか、セラミックがある。セラミックからなるフィルタの例としては、コーディエライト製のハニカムフィルタが知られている。最近では、耐熱性・機械的強度・捕集効率が高い、化学的に安定している、圧力損失が小さい等の利点があることから、多孔

質炭化珪素焼結体をフィルタ形成材料として用いることが多い。（例えば、特開 2001-162119 号公報参照）

ハニカムフィルタは自身の軸線方向に沿って延びる多数のセル（貫通孔）を有している。排気ガスがフィルタを通り抜ける際、そのセル壁によって微粒子がトラップされる。その結果、排気ガス中から微粒子が除去される。

しかし、多孔質炭化珪素焼結体製のハニカムフィルタは熱膨張が大きいため、大型化するほど高温での使用中にフィルタにクラックが生じやすくなる。よって、クラックによる破損を避ける手段として、複数の小さなフィルタ片を一体化して 1 つの大きなセラミックフィルタ集合体を製造する技術が近年提案されている。

上述の集合体を製造する一般的な方法を簡単に紹介する。

まず、押出成形機の金型を介してセラミック原料を連続的に押し出すことにより、四角柱状のハニカム成形体を形成する。ハニカム成形体を等しい長さに切断した後、その切断片を焼成してフィルタとする。焼成後、フィルタの外周面同士をセラミック質シール材層を介して接着することにより、複数のフィルタを束ねて一体化する。以上の結果、所望のセラミックフィルタ集合体が完成する。そして、セラミックフィルタ集合体の外周面には、セラミックファイバ等からなるマット状の断熱材が巻き付けられる。この状態で、集合体は排気管の途上に設けられたケーシング内に収容される。

#### 〔特許文献 1〕

特開 2001-162119 号公報

ところが、一体構造でかつ略楕円形のような扁平な断面有するフィルタの場合、集合体の中央部に位置するフィルタよりも、外周部に位置するフィルタでクラックが生じやすくなることが発見された。何度か再生を繰り返した後のフィルタ集合体を分割して観察してみると、外周部に位置するフィルタに若干ススの燃え残りがあることが初めて見つかった。このことから、個々のハニカムフィルタの間には少なからず温度差が生じていて、一度の再生処理で再生される程度に差が生じ、燃え残ったススによって、次の捕集量に差が生じ、再生時にスス量の差に起因する熱応力が働くことによってハニカムフィルタにクラックが発生すること

が推定されたのである。

#### 発明の開示

本発明の目的は、強度に優れたセラミックフィルタ集合体を提供することにある。本発明の別の目的は、それを作るのに好適な柱状ハニカムフィルタを提供することにある。

本発明者は、排気ガス浄化装置がフィルタよりも小さい内径を有する配管を介して排気ガスを放出するエンジンと接続されているものであって、その配管がフィルタの直前で、円錐状に広げられている場合に、フィルタ集合体の中央部と外周部との間に温度の差が生じていることにまず着目した。

また、本願発明者は、略楕円形の様な扁平形状のフィルタ集合体の場合においては、中央部からの離間距離の相違により、長径方向における外周部と短径方向における外周部との間で、かなりの温度差が生じていることにも着目した。そしてこの温度差が、フィルタ集合体の一様な再生を妨げ、ススの燃え残りの発生を引き起こし、ひいてはフィルタの強度限界を越えることによるクラックの発生の原因であることを見出した。

これらの知見に基づき、本発明者は、一様な温度上昇が可能となる扁平なフィルタ集合体を完成させるべく試験・研究を行った。すると、ある条件を満たすようにセラミックフィルタ集合体を製作すれば、熱応力が緩和されることによって、強度に優れたセラミックフィルタ集合体を得られることがわかった。

即ち、中央部から外周部まで一様に熱を伝えるためには、短径方向への熱伝導性よりも長径方向への熱伝導性を向上させる条件、または、特に集合体周辺部において短径方向よりも長径方向の断熱効果を増す条件を満たせばよいという結論に到達した。

本発明は、多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体が提供される。

第1の態様では、複数のハニカムフィルタは、前記端面に対して平行に切断し

たときの断面形状が長方形であり、その長方形における長辺の長さ  $B_1$  及び短辺の長さ  $B_2$  の比  $B_1/B_2$  が  $1.1 \sim 3.0$  であるハニカムフィルタを含む。当該ハニカムフィルタは、当該ハニカムフィルタの長辺と短辺が前記集合体の長径と短径に対してそれぞれ平行になるように配置されている。

本発明の第2の態様では、各ハニカムフィルタは当該フィルタの軸線に沿って延びる複数の長方形のセルを有するとともに、各セルの長辺の長さ  $C_1$  と短辺  $C_2$  の長さの比  $C_1/C_2$  が  $1.1 \sim 3.0$  である。複数のハニカムフィルタは、前記集合体の長径に対して前記セルの長辺が平行で、かつ、前記集合体の短径に対して前記セルの短辺が平行になるように配置されている。

第3の態様では、各ハニカムフィルタは、互いに直交する相対的に厚いセル壁と相対的に薄いセル壁によって区画される、当該フィルタの軸線に沿って延びる複数の矩形セルを有し、前記複数のハニカムフィルタは、前記相対的に厚いセル壁が前記集合体の長径に対して平行になり、かつ、前記相対的に薄いセル壁が前記集合体の短径に対して平行になるように配置されている。

第4の態様では、セラミック質シール材層は前記集合体の長径と平行に延びる第1のシール材層と、前記集合体の長径に対して直交して延びる第2のシール材層とを含み、前記第1のシール材層は前記第2のシール材層よりも厚い。

第5の態様では、前記セラミック質シール材層は、前記集合体の長径と平行な第1のシール材層と、前記集合体の長径に対して直交する第2のシール材層とを含み、前記第1のシール材層の熱伝導率は前記第2のシール材層の熱伝導率よりも低い。

第6の態様では、セラミックフィルタ集合体は当該集合体の外周に形成されたセラミック質からなる外側シール材層を更に備える。当該外側シール材層は前記集合体の長径の延長線上に位置する第1部分が前記集合体の短径の延長線上に位置する第2部分よりも厚い。

第7の態様では、多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質からなる内部シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタ端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体と、前記セラミックフィルタ集合体を

収容する筒状ケーシングと、前記ケーシングと前記セラミックフィルタ集合体との間に配置される断熱材とをからなるキャニング体が提供される。断熱材は前記集合体の長径の延長線上に位置する第 1 部分と、前記集合体の短径の延長線上に位置する第 2 部分とを有し、前記第 1 部分が前記第 2 部分よりも厚い。

第 8 の態様では、多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタが提供される。当該ハニカムフィルタは、その端面に対して平行に切断したときの断面形状が長方形であり、その長方形における長辺の長さ  $B_1$  及び短辺の長さ  $B_2$  の比  $B_1/B_2$  が 3.0 以下である。

第 9 の態様では、柱状ハニカムフィルタは、その軸線方向に沿って延びる複数のセルと、端面とを有し、各セルは前記端面に対して平行に切断したときの断面形状が長方形であり、各セルの長辺の長さを  $C_1$  で表し、短辺の長さを  $C_2$  で表したとき、比  $C_1/C_2$  が 3.0 以下である。

第 10 の態様では、多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタは当該ハニカムフィルタの軸線方向に沿って延びる複数の矩形セルを有し、各矩形セルは互いに直交する相対的に厚いセル壁と相対的に薄いセル壁によって区画されていることを特徴とする柱状ハニカムフィルタ。

第 11 の態様では、略楕円形の断面形状を有するセラミックフィルタ集合体において、前記略楕円形の輪郭線と交差する 2 点の間の距離が最大となる第 1 の直線を想定するとともに、前記第 1 の直線と直交する関係にある直線であって、前記略楕円形の輪郭線と交差する 2 点の間の距離が最大となる第 2 の直線を想定した場合、前記集合体の第 1 の直線が横切る前記シール材層の数が、前記第 2 の直線が横切る前記シール材層の数以下である。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態に従うセラミックフィルタ集合体を備えた排気ガス浄化装置の概略図。

図 2 は、図 1 のセラミックフィルタ集合体の斜視図。

図 3 (a) は断面が長方形のハニカムフィルタの斜視図。

図 3 (b) は長方形のセルを有するハニカムフィルタの斜視図。

図3(c)は、各々が互いに直交しかつ厚みの異なるセル壁によって区画される複数のセルを有するハニカムフィルタの斜視図。

図4は、図1の排気ガス浄化装置の断面図。

図5(a)乃至図5(e)は、セラミックフィルタ集合体の断面形状を示す。

図6(a)は断面が長方形のハニカムフィルタから形成されたフィルタ集合体の側面図。

図6(b)及び図6(c)は断面が正方形のハニカムフィルタから形成されたフィルタ集合体の側面図。

図7(a)、図7(b)、図7(c)は互いに異なる形状のセルを有するハニカムフィルタから形成されたフィルタ集合体の側面図。

図8(a)、図8(b)、図8(c)は互いに異なる厚みのセル壁を有するハニカムフィルタから形成されたフィルタ集合体の側面図。

図9(a)、図9(b)、図9(c)は異なる厚みのシール材層により一体化されたフィルタ集合体の側面図。

図10(a)は、異なる熱伝導のシール材層により一体化されたフィルタ集合体の側面図。

図10(b)は、不均一な厚みの外側シール材層を備えたフィルタ集合体の側面図。

図10(c)は、不均一な厚みの断熱材を備えたフィルタ集合体の側面図。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施形態の排気ガス浄化装置1について説明する。

図1に示されるように、この排気ガス浄化装置1は、内燃機関としてのディーゼルエンジン2から排出される排気ガスを浄化するための装置である。ディーゼルエンジン2は、図示しない複数の気筒を備えている。各気筒には金属材料からなる排気マニホールド3の各分岐管4が連結されている。各分岐管4は1本のマニホールド本体5に接続されている。従って、各気筒から排出された排気ガスは一箇所に集中する。

排気マニホールド3の下流には、金属材料からなる第1排気管6及び第2排気



管 7 が配設されている。第 1 排気管 6 の上流端は、マニホールド本体 5 に連結されている。第 1 排気管 6 と第 2 排気管 7 との間には、同じく金属材料からなる筒状のケーシング 8 が配設されている。ケーシング 8 の上流端は第 1 排気管 6 の下流端に連結され、ケーシング 8 の下流端は第 2 排気管 7 の上流端に連結されている。第 1 排気管 6、ケーシング 8 及び第 2 排気管 7 の内部を排気ガスが流れる。

図 1 に示されるように、ケーシング 8 の中央部は排気管 6、7 よりも大径である。従って、ケーシング 8 の内部領域は、排気管 6、7 の内部領域に比べて広くなっている。ケーシング 8 内には、セラミックフィルタ集合体 9 が収容されている。セラミックフィルタ集合体 9 をケーシング 8 に収容した排気ガス浄化装置 1 のことをキャニング体と呼ぶ。

集合体 9 の外面とケーシング 8 の内面との間には、断熱材 10 が配設されている。断熱材 10 はセラミックファイバを含んで形成されたマット状物であり、その厚さは 2 mm ～ 60 mm である。断熱材 10 は弾性構造を有し、熱応力を解放する機能があることが望ましい。断熱材 10 は集合体 9 の最外周部から熱が逃げることを防止することにより再生時のエネルギーロスを最小限に抑えることができるし、弾性構造を有しているため排気ガスの圧力や走行による振動等のもたらすセラミックフィルタ集合体 9 の位置ずれを防止することができる。

本実施形態のセラミックフィルタ集合体 9 は、上記のごとくディーゼルパーティキュレートを除去するものであるため、一般にディーゼルパーティキュレートのフィルタ (DPF) と呼ばれる。図 2、図 4 に示されるように、本実施形態の集合体 9 は、複数個のハニカムフィルタ F1 を束ねて一体化することによって形成されている。複数個のハニカムフィルタ F1 の内、集合体 9 の中心部分に位置するハニカムフィルタ F1 は、図 3 (a) ～ 図 3 (c) に示されるように、いずれも四角柱状である。四角柱状のハニカムフィルタ F1 の周囲には、四角柱状でない異型のハニカムフィルタ F1 が複数個配置されている。その結果、全体としてみると、断面を略楕円形とした略楕円柱状のセラミックフィルタ集合体 9 が構成されている。

本実施形態の集合体 9 の断面形状は、略楕円形となっている。「略楕円形」とは、図 5 (a) の如く、曲線ばかりで構成された楕円のみに限定されるものでは

ない。例えば、図5 (b) に示すような部分的に直線を含む、より具体的には一対の互いに平行な直線を含むような扁平な楕円形状も含められる。直線部分は1箇所のみにあってもよいほか、3箇所以上にあってもよい。ちなみに「扁平形状」には、図5 (a), 図5 (b), 図5 (c), 図5 (d), 図5 (e) のような形状が含まれる。集合体9の長径、短径の長さをそれぞれ $A_1$ ,  $A_2$  ( $A_1 > A_2$ ) とする。もし、略楕円形が楕円であるならば、焦点を通る長軸が長径であり、それに直交する短軸が短径となる。ここで、寸法 $A_1$ ,  $A_2$ は、500mm以下であることが望ましい。寸法 $A_1$ ,  $A_2$ が500mmより大きい場合、十分な強度を有する集合体を製造することは困難である。

ここで、各ハニカムフィルタF1の長さ $L$  (mm) は、被処理流体である排気ガスの流れ方向 (フィルタ端面に対して直交する方向) に沿った寸法と定義する。また、各ハニカムフィルタF1を排気ガスの流れ方向に対して垂直に切断したとき (言い換えるとフィルタ端面に対して平行に切断したとき) の断面形状は長方形である。ハニカムフィルタF1の断面の長辺、短辺の長さ (外形寸法) をそれぞれ $B_1$ ,  $B_2$  ( $B_1 \geq B_2$ ) とする。各寸法 $B_1$ ,  $B_2$ は110mm以下であることが望ましい。寸法 $B_1$ ,  $B_2$ が110mmより大きいと、フィルタF1の強度が著しく弱くなるからである。

$B_1/B_2$ の比は3以下であることが望ましい。 $B_1/B_2$ の比が3より大きくなると、熱衝撃によって、フィルタF1に熱応力が作用しやすくなり、クラックが生じやすくなるからである。

ハニカムフィルタF1は、多孔質セラミック焼結体の一種である多孔質炭化珪素焼結体製である。炭化珪素焼結体を採用した理由は、他のセラミックに比較して、とりわけ耐熱性及び熱伝導性に優れるという利点があるからである。炭化珪素以外の焼結体として、例えば窒化珪素、サイアロン、アルミナ、コーディエライト、ムライト等の焼結体を選択することもできる。

なお、上述したセラミックに金属珪素を配合した珪素含有セラミック、珪素や珪酸化合物で結合されたセラミックも用いることができる。なぜなら、金属珪素によって、セラミックの熱衝撃等によるクラックが防止することができるからである。

炭化珪素 100 重量部に対して、金属珪素を 5～50 重量部入れることが好ましい。金属珪素が少ないと、フィルタ F 1 の接着強度が低下し、多すぎるとフィルタ F 1 の緻密化がすすみ、フィルタとして必要な特性が得られない。

図 3 (a)～図 3 (c) 等にも示されるように、各ハニカムフィルタ F 1 はいわゆるハニカム構造体である。ハニカム構造体を採用した理由は、微粒子の捕集量が増加したときでも圧力損失が小さいという利点があるからである。各ハニカムフィルタ F 1 には、断面形状が長方形形状である複数のセル 12 (貫通孔) がその軸線方向に沿って規則的に形成されている。各セル 12 の長方形形状断面の辺長 (内径) を  $C_1$ ,  $C_2$  ( $C_1 \geq C_2$ ) と定義する。各セル 12 は薄いセル壁 13a, 13b によって互いに仕切られている。セル壁 13a, 13b の厚みをそれぞれ  $D_1$ ,  $D_2$  ( $D_1 \geq D_2$ ) と定義する。

比  $C_1/C_2$  は 3 以下であることが望ましい。比  $C_1/C_2$  が 3 より大きくなると、熱衝撃によって、フィルタ F 1 に熱応力が掛かりやすくなり、クラックが生じやすくなるからである。

比  $D_1/D_2$  は 3 以下であることが望ましい。比  $D_1/D_2$  が 3 より大きくなると、熱衝撃によって、フィルタ F 1 に熱応力が掛かりやすくなり、クラックが生じやすくなるからである。

セル壁 13a, 13b には、白金族元素 (例えば Pt 等) やその他の金属元素及びその酸化物等からなる酸化触媒が担持されている。各セル 12 はフィルタ F 1 のいずれか一方の端面  $9\alpha$ ,  $9\beta$  の側において封止体 14 (ここでは多孔質炭化珪素焼結体) により封止されている。封止されたセル 12 により、端面  $9\alpha$ ,  $9\beta$  に市松模様が形成される。セル 12 の密度は約 200 個/平方インチであることが好ましい。約半数のセル 12 は上流側端面  $9\alpha$  において開口し、残りのセル 12 は下流側端面  $9\beta$  において開口している。なお、セル 12 の辺長  $C_1$ ,  $C_2$  は、0.5 mm～5.0 mm に設定するのが望ましい。寸法  $C_1$ ,  $C_2$  が 5.0 mm よりも大きいとセル壁 13a, 13b の濾過面積が小さくなり、フィルタ F 1 の性能が低下する。一方、寸法  $C_1$ ,  $C_2$  が 0.5 mm よりも小さいと、フィルタ F 1 の製造が非常に困難である。また、セル壁 13a, 13b の厚さ  $D_1$ ,  $D_2$  は 0.1～0.5 mm に設定するのが望ましい。なぜなら、寸法  $D_1$ ,  $D_2$

2が0.5mmより大きいと、フィルタF1に起因する流体抵抗(圧損)が高くなり、好ましくない。一方、寸法D1, D2が0.1mmより小さいと、フィルタF1の強度が不十分となる。

ハニカムフィルタF1の平均気孔径は $1\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 、さらには $5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ であることが好ましい。平均気孔径が $1\mu\text{m}$ 未満であると、微粒子の堆積によるハニカムフィルタF1の目詰まりが著しくなる。一方、平均気孔径が $50\mu\text{m}$ を越えると、細かい微粒子を捕集することができなくなるため、捕集効率が低下してしまう。

ハニカムフィルタF1の気孔率は30%~80%、さらには40%~60%であることが好ましい。気孔率が30%未満であると、ハニカムフィルタF1が緻密になりすぎてしまい、内部に排気ガスを流通させることができなくなるおそれがある。一方、気孔率が80%を越えると、ハニカムフィルタF1中に空隙が多くなりすぎてしまうため、強度的に弱くなりかつ微粒子の捕集効率が低下してしまうおそれがある。

多孔質炭化珪素焼結体を選択した場合においてハニカムフィルタF1の熱伝導率は、 $5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}\sim 80\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ であることがよく、さらには $30\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}\sim 70\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ であることが特によい。

図2、図4、図10(a)に示されるように、ハニカムフィルタF1は、外周面同士がセラミック質シール材層15a, 15bを介して互いに接着されている。セラミック質シール材層15a, 15bは、互いに平行なものは同じ種類として定義する。以下、集合体9の長辺と平行となるセラミック質シール材層を15a、その厚みをE1、熱伝導率をG1とし、集合体9の短辺と平行となるセラミック質シール材層を15b、その厚みをE2 ( $E1\geq E2$ )、熱伝導率をG2と定義する。この時、比 $E1/E2$ は5以下であることが望ましい。比 $E1/E2$ が5より大きくなると、熱の伝導のしやすさが短辺方向と長辺方向とで逆転してしまうために、集合体9の均一な昇温が困難になる。比 $E1/E2$ が1.05以上であることが望ましい。比 $E1/E2$ が1.05未満になると、長辺方向の熱伝導が起こりにくくなり、集合体9の均一な昇温が困難となって、ススが燃えのこり、ひいては、クラックが生じやすくなる。

一方、シール材層 15 a と 15 b の厚みを等しくする場合、シール材層 15 a と 15 b の組成（配合）を互いに異ならせることにより、両シール材層 15 a、15 b の熱伝導率  $G_1$ 、 $G_2$  を調整してもよい。この場合、比  $G_1/G_2$  は 0.20 以上であることが望ましい。比  $G_1/G_2$  が 0.20 より小さくなると、熱の伝導のしやすさが短辺方向と長辺方向とで逆転してしまうために、集合体 9 の均一な昇温が困難になる。比  $G_1/G_2$  は 0.7 以下であることが望ましい。比  $G_1/G_2$  が 0.7 より大きくなると、長辺方向の熱伝導が起こりにくくなり、集合体 9 の均一な昇温が困難となって、ススが燃えのこり、ひいては、クラックが生じやすくなる。

ここで、本実施形態のセラミック質シール材層 15 a、15 b について詳細に述べる。

シール材層 15 a、15 b の厚さ  $E_1$ 、 $E_2$  は 0.3 mm ~ 3 mm であることが好ましく、さらには 0.5 mm ~ 2 mm であることがより好ましい。厚さ  $E_1$ 、 $E_2$  が 3 mm を超えると、たとえ熱伝導率が高くてもシール材層 15 a、15 b の熱抵抗が大きく、ハニカムフィルタ F 1 間の熱伝導が阻害されてしまう。しかも、集合体 9 においてハニカムフィルタ F 1 部分の占める割合が相対的に減るため、濾過能力の低下につながってしまう。逆に、シール材層 15 a、15 b の厚さ  $E_1$ 、 $E_2$  が 0.3 mm 未満であると、大きな熱抵抗にはならない反面、ハニカムフィルタ F 1 同士を接着する力が不足してしまい、集合体 9 が破壊されやすくなる。

シール材層 15 a、15 b は、少なくとも無機繊維、無機バインダ、有機バインダ及び無機粒子からなり、かつ三次元的に交錯する前記無機繊維と無機粒子とを、前記無機バインダ及び有機バインダを介して互いに結合してなる弾性質素材からなることが望ましい。

シール材層 15 a、15 b に含まれる無機繊維としては、シリカーアルミナファイバ、ムライトファイバ、アルミナファイバ及びシリカファイバから選ばれる少なくとも 1 種以上のセラミックファイバが挙げられる。これらのなかでも、特にシリカーアルミナセラミックファイバを選択することが望ましい。シリカーアルミナセラミックファイバは、弾性に優れるとともに熱応力を吸収する作用を示

すからである。

シール材層 15 a, 15 b におけるシリカーアルミナセラミックファイバの含有量は、固形分で 10 重量%~70 重量%、好ましくは 10 重量%~40 重量%、より好ましくは 20 重量%~30 重量%である。シリカーアルミナセラミックファイバの含有量が 10 重量%未満であると、弾性体としての効果が低下する。一方、シリカーアルミナセラミックファイバの含有量が 70 重量%を超えると、熱伝導率の低下を招くばかりでなく、弾力性も低下する。

シリカーアルミナセラミックファイバにおけるショット含有量は、1 重量%~10 重量%、好ましくは 1 重量%~5 重量%、より好ましくは 1 重量%~3 重量%である。ショット含有量を 1 重量%未満にすることは、製造上困難である。一方、ショット含有量が 50 重量%を超えると、ハニカムフィルタ F1 の外周面が傷付きやすい。

シリカーアルミナセラミックファイバの繊維長は、1  $\mu\text{m}$ ~100 mm、好ましくは 1  $\mu\text{m}$ ~50 mm、より好ましくは 1  $\mu\text{m}$ ~20 mm である。繊維長が 1  $\mu\text{m}$  未満であると、弾性構造体を形成することができないからである。繊維長が 100 mm を超えると、繊維が毛玉化して無機微粒子の分散性が悪化するからである。また、シール材層 15 a, 15 b を 3 mm 以下に薄くすることが困難になり、ハニカムフィルタ F1 間の熱伝導性の改善を図れなくなるからである。

シール材層 15 a, 15 b に含まれる無機バインダとしては、シリカゾル及びアルミナゾルから選ばれる少なくとも 1 種以上のコロイダルゾルが望ましい。そのなかでも、特にシリカゾルを選択することが望ましい。その理由は、シリカゾルは入手しやすく、焼成により容易に  $\text{SiO}_2$  となるため、高温領域での接着剤として好適だからである。しかも、シリカゾルは絶縁性に優れているからである。

シール材層 15 a, 15 b におけるシリカゾルの含有量は、固形分で 1 重量%~30 重量%、好ましくは 1 重量%~15 重量%、より好ましくは 5 重量%~9 重量%である。シリカゾルの含有量が 1 重量%未満であると、接着強度の低下を招く。逆に、シリカゾルの含有量が 30 重量%を超えると、熱伝導率の低下を招く。

シール材層 15 a, 15 b に含まれる有機バインダとしては親水性有機高分子が好ましく、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、エチルセルロース及びカルボキシメチルセルロースから選ばれる少なくとも 1 種以上の多糖類がより好ましい。これらのなかでも、特にカルボキシメチルセルロースを選択することが望ましい。その理由は、カルボキシメチルセルロースは、シール材層 15 a, 15 b に好適な流動性を付与するため、常温領域において優れた接着性を示すからである。

シール材層 15 a, 15 b におけるカルボキシメチルセルロースの含有量は、固形分で 0.1 重量%~5.0 重量%、好ましくは 0.2 重量%~1.0 重量%、より好ましくは 0.4 重量%~0.6 重量%である。カルボキシメチルセルロースの含有量が 0.1 重量%未満であると、十分にマイグレーションを抑制することができない。なお、「マイグレーション」とは、被シール体間に充填されたシール材層 15 a, 15 b が硬化する際に、シール材層 15 a, 15 b 中のバインダが、溶媒の乾燥除去に伴って移動する現象のことをいう。一方、カルボキシメチルセルロースの含有量が 5.0 重量%を超えると、高温によって有機バインダが焼失し、シール材層 15 a, 15 b の強度が低下する。

シール材層 15 a, 15 b に含まれる無機粒子としては、炭化珪素、窒化珪素及び窒化硼素から選ばれる少なくとも 1 種以上の無機粉末またはウイスキーを用いた弾性質素材であることが好ましい。このような炭化物や窒化物は、熱伝導率が非常に大きく、セラミックファイバ表面やコロイダルゾルの表面及び内部に介在して熱伝導性の向上に寄与する。

上記炭化物及び窒化物の無機粒子のなかでも、特に炭化珪素粉末を選択することが望ましい。その理由は、炭化珪素は熱伝導率が極めて高いことに加え、セラミックファイバと馴染みやすいという性質があるからである。しかも、本実施形態では、被シール体であるハニカムフィルタ F 1 が同種のもの、即ち多孔質炭化珪素製だからである。

炭化珪素粉末の含有量は、固形分で 3 重量%~80 重量%、好ましくは 10 重量%~60 重量%、より好ましくは 20 重量%~40 重量%である。炭化珪素粉末の含有量が 3 重量%未満であると、シール材層 15 a, 15 b の熱伝導率の低

下を招き、シール材層 15 a, 15 b が依然として大きな熱抵抗となる。一方、含有量が 80 重量%を超えると、高温時における接着強度の低下を招く。

炭化珪素粉末の粒径は、 $0.01\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 、好ましくは  $0.1\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、より好ましくは  $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$  である。粒径が  $100\mu\text{m}$  を超えると、接着力及び熱伝導性の低下を招くからである。一方、粒径が  $0.01\mu\text{m}$  未満であると、シール材層 15 a, 15 b のコスト高につながる。

次に、上記のセラミックフィルタ集合体 9 を製造する手順を説明する。

まず、押出成形工程で使用するセラミック原料スラリー、端面封止工程で使用する封止用ペースト、フィルタ接着工程で使用するシール材層形成用ペーストをあらかじめ作製しておく。

セラミック原料スラリーとしては、炭化珪素粉末、有機バインダ及び水（場合によっては更に金属珪素）を所定量ずつ配合し、かつ混練したものをを用いる。封止用ペーストとしては、炭化珪素粉末、有機バインダ、潤滑剤、可塑剤及び水を配合し、かつ混練したものをを用いる。シール材層形成用ペーストとしては、無機繊維、無機バインダ、有機バインダ、無機粒子及び水を所定分量ずつ配合し、かつ混練したものをを用いる。

次に、前記セラミック原料スラリーを押出成形機に投入し、かつ金型を介してそれを連続的に押し出す。押出成形されたハニカム成形体を等しい長さに切断し、四角柱状のハニカム成形体切断片を得る。さらに、切断片の各セルの片側開口部に所定量ずつ封止用ペーストを充填し、各切断片の両端面を封止する。

続いて、温度・時間等を所定の条件に設定して本焼成を行い、ハニカム成形体切断片及び封止体 14 を完全に焼結させる。なお、平均気孔径を  $6\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$  とし、かつ気孔率を 30%～80% とするために、本実施形態では焼成温度を  $1400^{\circ}\text{C} \sim 2300^{\circ}\text{C}$  に設定している。また、焼成時間を 0.1 時間～5 時間に設定している。また、焼成時の炉内雰囲気の不活性雰囲気とし、そのときの雰囲気の圧力を常圧としている。

次に、必要に応じてハニカムフィルタ F 1 の外周面にセラミック質からなる下地層を形成した後、さらにその上にシール材層形成用ペーストを塗布する。そして、このようなハニカムフィルタ F 1 を 4～130 個用い、その外周面同士を互



いに接着して一体化する。

続く外形カット工程では、前記フィルタ接着工程を経て得られた断面正形状の集合体 9 の外周部における不要部分を研削して除去し、外周部にセラミック質シール材層形成用ペーストを塗布して、外側セラミック質シール材層を形成し、外形を整える。その結果、断面略楕円形状のセラミックフィルタ集合体 9 が製造される。

ここで、外側セラミック質シール材層について説明する。一般的な外側セラミック質シール材層の厚みは均一である。本実施形態では、図 10 (b) に示すように、外側セラミック質シール材層のうち、集合体 9 の長辺に接触する部分を 15 c、集合体 9 の短辺に接触する部分を 15 d と定義し、部分 15 c の厚みを  $H_1$ 、部分 15 d の厚みを  $H_2$  と定義する。

ここで、集合体 9 の種類によっては、研削加工により集合体 9 の周面にセル 12 すなわち凹部が露出する。この場合、セラミック質シール材層の厚みは露出したセル 12 のセル壁 13 a、13 b を結ぶ曲面からの距離と定義する。

また、部分 15 c と部分 15 d の間の中間部の厚みは緩やかに変化するようにセラミック質シール材層形成用ペーストを塗布した。セラミック質シール材層の厚みの調整はペーストの塗布後の加工でも可能であるし、そのような厚みを有する金型にセラミックシール材を注入して、乾燥させてシール材層を形成してもよい。

この時、 $H_2/H_1$  の比が 0.95 以下であることが望ましい。比  $H_2/H_1$  が 0.95 より大きくなると、長辺方向のフィルタが冷めやすくなり、集合体 9 の均一な昇温が困難となって、ススが燃えのこり、ひいては、クラックが生じやすくなる。

比  $H_2/H_1$  は 0.06 以上であることが望ましい。比  $H_2/H_1$  は 0.06 未満になると、熱の放熱しやすさが短辺方向と長辺方向とで逆転してしまうために、集合体 9 の均一な昇温が困難になる。

なお、集合体 9 は断熱材 10 (図 1、図 10 (c) 参照) に巻かれてケーシング 8 に收容される。なお、断熱材は通常均一の厚みを有する。本実施形態では、断熱材の厚みを集合体 9 の長辺に接触する部分 16 a と、集合体 9 の短辺に接触

する部分 16 b とで異なっている。以下の説明では部分 16 a の厚みを  $I_1$ 、部分 16 b の厚みを  $I_2$  と定義する。

$I_2/I_1$  の比は 0.91 以下であることが望ましい。比  $I_2/I_1$  が 0.91 より大きくなると、長辺方向の外側付近のフィルタ F 1 が冷めやすくなり、集合体 9 の均一な昇温が困難となって、ススが燃えのこり、ひいては、クラックが生じやすくなる。逆に、比  $I_2/I_1$  は 0.30 以上であることが望ましい。比  $I_2/I_1$  が 0.30 未満になると、熱の放熱のしやすさが短辺方向と長辺方向とで逆転してしまうために、集合体 9 の均一な昇温が困難になる。

なお、断熱材 10 としては、一般的なセラミックファイバ、アルミナファイバ、アルミナシリケートファイバで構成されているマットを使用することができる。

次に、セラミックフィルタ集合体 9 による微粒子トラップ作用について簡単に説明する。

排気ガスはセラミックフィルタ集合体 9 の上流側端面 9  $\alpha$  から供給され、上流側端面 9  $\alpha$  において開口するセル 12 内に流入する。この排気ガスはセル壁 13 a, 13 b を通過し、隣接している、下流側端面 9  $\beta$  において開口するセル 12 の内部に到る。通過したガスは、同セル 12 の開口を介してハニカムフィルタ F 1 の下流側端面 9  $\beta$  から流出する。排気ガス中に含まれる微粒子はセル壁 13 a, 13 b を通過せずに、そこにトラップされる。従って、微粒子の除去されたガス（浄化されたガス）がハニカムフィルタ F 1 の下流側端面 9  $\beta$  から排出される。浄化されたガスは、第 2 排気管 7 を通過し、大気中へと放出される。トラップされた微粒子は、集合体 9 の内部温度が所定の温度に達すると、前記触媒の作用により着火して燃焼するようになっている。

次に、フィルタの熱衝撃試験について説明する。

#### [試験 1]

平均粒径  $10\ \mu\text{m}$  の  $\alpha$  型炭化珪素粉末 51.5 重量%と平均粒径  $0.5\ \mu\text{m}$  の  $\beta$  型炭化珪素粉末 22 重量%とを湿式混合し、得られた混合物に有機バインダ（メチルセルロース）6.5 重量%と水 20 重量%とを加えて混練した。次に、混練物に可塑剤と潤滑剤とを少量加えてさらに混練したものを金型を変えて押出成

形することにより、ハニカム状の生成形体を得た。

次に、この生成形体をマイクロ波乾燥機を用いて乾燥した後、成形体のセル（貫通孔）を多孔質炭化珪素焼結体製の封止用ペーストによって封止した。次いで、再び乾燥機を用いて封止用ペーストを乾燥させた。続いて、この乾燥体を400℃で脱脂した後、常圧のアルゴン雰囲気下において2200℃で約3時間焼成した。その結果、多孔質炭化珪素焼結体製のハニカムフィルタF1を得た。この方法に従って、表1に示す寸法を有するフィルタを作製した。尚、フィルタの長さは150mmに統一されている。

次に、それぞれのフィルタを、電気炉で600℃または800℃まで徐々に加熱し、目標温度で3時間保持した。その後、20℃の常温に取り出して、フィルタに熱衝撃を加えた。クラックの発生の有無をの結果を表1に示す。

600℃、800℃の熱衝撃では、比 $B1/B2$ が3.04以上であればクラックが生じた。従って、比 $B1/B2$ が3.0以下であれば、フィルタとして使用されうる800℃程度の熱衝撃にも十分耐え得る事がわかった。

#### [試験2]

平均粒径10 $\mu$ mの炭化珪素粉末51.5重量%と平均粒径0.5 $\mu$ mの炭化珪素粉末12重量%、平均粒径0.5 $\mu$ mの金属珪素10重量%とを湿式混合し、得られた混合物に有機バインダ（メチルセルロース）と水とをそれぞれ6.5重量%、20重量%ずつ加えて混練した。次に、混練物に可塑剤と潤滑剤とを少量加えてさらに混練したものを金型を変えて押出成形することにより、ハニカム状の生成形体を得た。

次に、この生成形体をマイクロ波乾燥機を用いて乾燥した後、成形体のセル（貫通孔）を多孔質炭化珪素焼結体製の封止用ペーストによって封止した。次いで、再び乾燥機を用いて封止用ペーストを乾燥させた。この乾燥体を400℃で脱脂した後、常圧のアルゴン雰囲気下において1500℃で約3時間焼成した。その結果、多孔質炭化珪素—金属珪素焼結体製のハニカムフィルタF1を得た。この方法に従って、表2に示す寸法を有するフィルタを作製した。尚、フィルタの長さは150mmに統一されている。試験1と同様に、熱衝撃試験を行った。表2に示すように、600℃の熱衝撃では、 $B1/B2$ が3.09以上であればク

ラックが生じ、800℃の熱衝撃では $B1/B2$ が3.04以上であれば、クラックが生じた。従って、比 $B1/B2$ が3.0以下であれば、フィルタとして使用されうる800℃程度の熱衝撃にも十分耐え得る事がわかった。

#### [試験3]

試験3では試験1と同様の手順でフィルタを製造した。ただし、セル（貫通孔）の内径が変更されている。寸法及び熱衝撃試験の結果を表3に示す。この結果より、600℃、800℃の熱衝撃では、比 $C1/C2$ が3.07以上であればクラックが生じた。従って、比 $C1/C2$ が3.0以下であれば、フィルタとして使用されうる800℃程度の熱衝撃にも十分耐え得る事がわかった。

#### [試験4]

試験4では、試験2と同様にフィルタを製造した。ただし、セル（貫通孔）の内径が変更されている。寸法及び熱衝撃試験の結果を表4に示す。この結果より、600℃の熱衝撃では、比 $C1/C2$ が3.20以上であればクラックが生じ、800℃の熱衝撃では、比 $C1/C2$ が3.07以上であればクラックが生じた。従って、比 $C1/C2$ が3.0以下であれば、フィルタとして使用されうる800℃程度の熱衝撃にも十分耐え得る事がわかった。

#### [試験5]

試験5では、試験1と同様にフィルタを製造した。ただし、壁厚が変更されている。寸法及び熱衝撃試験の結果を、表5に示す。この結果より、600℃、800℃の熱衝撃では、比 $D1/D2$ が3.03以上であればクラックが生じた。従って、比 $D1/D2$ が3.0以下であれば、フィルタとして使用されうる800℃程度の熱衝撃にも十分耐え得る事がわかった。

#### [試験6]

試験6では、試験2と同様にフィルタを製造した。ただし、壁厚が変更されている。寸法及び熱衝撃試験の結果を表6に示す。この結果より、600℃の熱衝撃では、比 $D1/D2$ が3.08以上であれば、クラックが生じ、800℃の熱衝撃では、比 $D1/D2$ が3.03以上であれば、クラックが生じた。従って、比 $D1/D2$ が3.0以下であれば、フィルタとして使用されうる800℃程度の熱衝撃にも十分耐え得る事がわかった。

## [実施例及び比較例]

## (実施例 1—1)

$\alpha$  型炭化珪素粉末 5 1. 5 重量%と  $\beta$  型炭化珪素粉末 2 2 重量%とを湿式混合し、得られた混合物に有機バインダ（メチルセルローズ）6. 5 重量%と水 2 0 重量%とを加えて混練した。次に、混練物に可塑剤と潤滑剤とを少量加えてさらに混練したものを金型を変えて押出成形することにより、ハニカム状の生成形体を得た。

次に、この生成形体をマイクロ波乾燥機を用いて乾燥した後、成形体のセル 1 2 を多孔質炭化珪素焼結体製の封止用ペーストによって封止し、再び乾燥機を用いて封止用ペーストを乾燥させた。続いて、この乾燥体を 4 0 0 °C で脱脂した後、常圧のアルゴン雰囲気下において 2 2 0 0 °C で約 3 時間焼成した。その結果、多孔質炭化珪素焼結体製のハニカムフィルタ F 1 を得た。各ハニカムフィルタ F 1 の長辺 B 1 は 6 6. 9 mm、短辺 B 2 は 3 2. 7 mm、長さ L は 1 5 0 mm であり、セル 1 2 の長辺と短辺の長さはともに 1. 5 mm、セル壁 1 3 a, 1 3 b の厚み D 1, D 2 はともに 0. 3 mm とした。（試験実施例 1. 2 と同様）

セラミックファイバ 2 3. 3 重量%、平均粒径 0. 3  $\mu$  m の炭化珪素粉末 3 0. 2 重量%、無機バインダとしてのシリカゾル 7 重量%、有機バインダとしてのカルボキシメチルセルローズ 0. 5 重量%及び水 3 9 重量%を混合し、混練した。この混練物を適当な粘度に調整することにより、シール材層 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c の形成に使用されるペーストを作製した。なお、セラミックファイバは、ショット含有率 3 %、繊維長さ 0. 1 mm ~ 1 0 0 mm のアルミナシリケートセラミックファイバであり、シリカゾルの Si O<sub>2</sub> の換算量は 3 0 % である。

次に、ハニカムフィルタ F 1 の外周面にシール材層形成用ペーストを均一に塗布して、厚さ 1. 0 mm のシール材層 1 5 a, 1 5 b を形成した。9 個のハニカムフィルタ F 1 を同じ方向に 3 行 3 列に並べて、外周面同士を互いに密着させた状態で、1 0 0 °C で 1 時間乾燥させた。これにより、シール材層 1 5 a, 1 5 b が硬化され、9 個のハニカムフィルタ F 1 が一体化される。外形カット工程を実施して、一体化された 9 個のハニカムフィルタ F 1 の集合体の断面を楕円形にした。楕円形の長径 A 1 は 1 6 0 mm、短径 A 2 は 8 0 mm であり、比 A 1 / A 2

は2である。集合体の外周部に厚さ1.5mmのシール材層15cを塗布してその外形をカットして整えることにより、図6(a)に示すように断面略楕円形状のセラミックフィルタ集合体9aを製造した。

次に、上記のようにして得られた集合体9aに断熱材10を厚さ10mmで均一に巻き付け、集合体9aをケーシング8内に收容し、実際に排気ガスを供給した。そして、図3(a)に示されるように、ハニカムフィルタF1のほぼ中央の1箇所P(Temp.)に熱電対を埋め込み、図6(a)において $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ で示される3箇所のハニカムフィルタF1の温度 $T_\alpha$ 、 $T_\beta$ 、 $T_\gamma$ を経時的に測定した。 $T_\alpha$ は当該フィルタの中央の温度、 $T_\beta$ は短径方向で当該フィルタの最外周から5mm位置の温度、 $T_\gamma$ は長径方向で当該フィルタの最外周から5mmの温度である。それとともに、各位置 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 間の最大温度差 $\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )を求めた。図3の黒矢印は、排気ガスの流れの方向を示す。

そして、複数回(10回)再生試験を繰り返した後に集合体9aを取り出して各ハニカムフィルタF1を目視で観察し、ススの燃え残り具合とクラックの発生状況を調査した。その結果、実施例1では最大温度差 $\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )が約50 $^{\circ}\text{C}$ であり、その値は極めて小さいものであった。また、いずれのハニカムフィルタF1についてもススは無く、クラックの発生は認められなかった。

#### (比較例1-1~1-2)

比較例1-1及び1-2においても、基本的には実施例1-1と同様に集合体9を製造した。ただし、比較例1-1では、各ハニカムフィルタF1の長辺B1を32.7mmに、短辺B2を32.7mmに、長さLを150mmにそれぞれ変更した(試験参考例1.1(表1)と同様)。このフィルタ9本を、長辺B1を平行にして3行3列に組み上げて、図6(b)に示すように直径80mmの円形断面を有する集合体9bを製造した。比較例1-2では、各ハニカムフィルタF1の長辺B1を32.7mmに、短辺B2を32.7mmに、長さLを150mmにそれぞれ変更した(試験参考例1.1と同様)。このフィルタ15本を3行5列に組み上げて、図6(c)に示すように略楕円形(160mm $\times$ 80mm)の断面を有する集合体9cを製造した。

2種の集合体9b、9cについて、実施例1-1と同様の試験を行った。その

結果、最大温度差 $\Delta T$  (°C) は比較例 1-1 では、約 50°C であり、その値は極めて小さいものであった。また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてススの燃え残りが無くクラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 1-2 では、 $\Delta T$  が約 100°C であり、その値はとても大きいものであった。しかも、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 についてススが燃え残っており、クラックの発生が認められた。

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても最大温度差 $\Delta T$  とクラックの発生について同様の試験をおこなった。

即ち、実施例 1-2 では、試験実施例 2. 2 (表 2) のフィルタを図 6 (a) のように組み上げた集合体を用いた。比較例 1-3 では、試験比較例 2. 1 のフィルタを図 6 (b) のように組み上げた集合体を用いた。比較例 1-4 では、試験比較例 2. 1 のフィルタを図 6 (c) のように組み上げた集合体を用いた。

表 7 に示すように、実施例 1-2 では最大温度差 $\Delta T$  が 60°C であるのに対して、比較例 1-4 では、温度差が 110°C 以上であり、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタにクラックが生じていた。

#### (実施例 2-1 ~ 2-4)

実施例 2-1 ~ 2-4 においても、基本的には比較例 1-3 と同様に集合体 9 を製造した。実施例 2-1 では、各ハニカムフィルタ F 1 のセル 12 において、C 1 を 1.7 mm、C 2 を 1.5 mm にそれぞれ設定した。従って、 $C 1 / C 2 = 1.13$  となった。セル 12 の長辺と平行に 5 本のハニカムフィルタ F 1 を並べ、セル 12 の長辺と垂直に 3 本のハニカムフィルタ F 1 を並べて、15 本のハニカムフィルタ F 1 の集合体を組み上げた。外形カット工程を行って、図 7 (a) に示す略楕円形の断面を有する集合体 9 d (160 mm × 80 mm × 150 mm) を製造した。表 8 に示すように、実施例 2-2 ~ 2-4 についてはセル 12 の寸法においてのみ実施例 2-1 と異なっている。

#### (比較例 2-1 ~ 2-4)

比較例 2-1 ~ 2-4 においても、基本的には実施例 2-1 と同様に集合体 9 を製造した。ただし、比較例 2-1 では、セル 12 の寸法 C 1 は 1.5 mm、C 2 は 1.5 mm であり、 $C 1 / C 2 = 1$  である。このハニカムフィルタ F 1 を

3行5列で組み上げた後、外形カットを行って、図7(b)に示すように略楕円状の断面を有する集合体を9e(160mm×80mm×150mm)を製造した。比較例2-2では、セル12の寸法C1を1.5mm、C2を1.7mmとし、 $C1/C2=0.88$ である。このハニカムフィルタF1を、1.5mmの方を平行に5本垂直に3本合わせて、15本組み上げた。そして、外形カットを行って、図7(c)に示すように略楕円状の断面を有する集合体を9f(160mm×80mm×150mm)を製造した。比較例2-3は比較例2-2と同様に製作し、比較例2-4は、実施例2-1と同様に作製した。

実施例2-1~2-4及び比較例2-1~2-4の集合体について、最大温度差 $\Delta T$ とクラックの発生について調べた。その結果、最大温度差 $\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )は実施例2-1~2-4では、 $93^{\circ}\text{C}$ 以下であり、いずれのハニカムフィルタF1についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例2-1、比較例2-2、比較例2-3では、最大温度差 $\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )は約 $100^{\circ}\text{C}$ 以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$ の位置のハニカムフィルタF1にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例2-4では、温度差が低いものであったが、クラックが生じていた。

(実施例2-5~2-8、比較例2-5~2-8)

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても最大温度差 $\Delta T$ とクラックの発生について調べた。

即ち、実施例2-5~2-8では、それぞれ試験実施例4.1~4.4(表4)のフィルタを図7(a)のように組み上げた集合体を用いた。比較例2-5では、試験参考例4.1のフィルタを図7(b)のように組み上げた集合体を用いた。比較例2-6、比較例2-7では、それぞれ試験実施例4.1、4.2のフィルタを図7(c)のように組み上げた集合体を用いた。比較例2-8では試験比較例4.1のフィルタを図7(a)のように組み上げた集合体を用いた。

すると、実施例2-5~2-8の最大温度差 $\Delta T$ が $110^{\circ}\text{C}$ 以下であるのに対して、比較例2-5~2-8の最大温度差 $\Delta T$ が $110^{\circ}\text{C}$ 以上であって、 $\gamma$ の位置のハニカムフィルタにクラックが生じていた。

それぞれの結果を表8に示す。



## (実施例 3-1 ~ 3-4)

実施例 3-1 ~ 3-4 においても、基本的には比較例 1-3 と同様に集合体 9 を製造した。ただし、実施例 3-1 では、各ハニカムフィルタ F 1 のセル壁 1 3 の寸法 D 1 を 0.4 mm、D 2 を 0.35 mm にそれぞれ変更した。従って、 $D 1 / D 2 = 1.14$  となった。D 1 と平行に 5 本のハニカムフィルタ F 1 を並べ、D 1 と垂直に 3 本のハニカムフィルタ F 1 を並べて、15 本のハニカムフィルタ F 1 の集合体を組み上げた。そして、外形カット工程を行って、図 8 (a) に示すように略楕円形の断面を有する集合体 9 g (160 mm × 80 mm × 150 mm) を製造した。同様に、実施例 3-2 ~ 3-4 の集合体を製作した。

## (比較例 3-1 ~ 3-4)

比較例 3-1 ~ 3-4 においても、基本的には実施例 3-1 と同様に集合体を製造した。ただし、比較例 3-1 では、寸法 D 1 を 1.5 mm、D 2 を 1.5 mm に変更した。従って、 $D 1 / D 2 = 1$  となった。このハニカムフィルタ F 1 を 3 行 5 列で組み上げた後、外形カットを行って、図 8 (b) に示すように略楕円形の断面を有する集合体を 9 h (160 mm × 80 mm × 150 mm) を製造した。一方、比較例 3-2 では、寸法 D 1 を 0.35 mm、D 2 を 0.4 mm とした。従って、 $D 1 / D 2 = 0.88$  となった。このハニカムフィルタ F 1 を、D 2 と平行に 5 本のハニカムフィルタ F 1 を並べ、D 2 と垂直に 3 本のハニカムフィルタ F 1 を並べ、15 本のハニカムフィルタ F 1 の集合体を組み上げた。そして、外形カットを行って、図 8 (c) に示すように略楕円形の断面を有する集合体を 9 i (160 mm × 80 mm × 150 mm) を製造した。比較例 3-3 は比較例 3-2 と同様に製作し、比較例 3-4 は、実施例 3-1 と同様に作製した。

実施例 3-1 ~ 3-4 及び比較例 3-1 ~ 3-4 の集合体について、最大温度差  $\Delta T$  とクラックの発生について調べた。その結果、表 9 に示すように最大温度差  $\Delta T$  (°C) は実施例 3-1 ~ 3-4 では、91 °C 以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 3-1、比較例 3-2、比較例 3-3 では、最大温度差  $\Delta T$  (

℃) は約 95℃以上であり、その値はとても大きいものであつて、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 3-4 では、温度差が低いものであつたが、クラックが生じていた。

(実施例 3-5~3-8、比較例 3-5~3-8)

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても同様の試験をおこなつた。

即ち、実施例 3-5~実施例 3-8 では、試験実施例 6.1~6.4 (表 6) のフィルタを図 8 (a) のように組み上げた集合体を用いた。比較例 3-5 では、試験参考例 6.3 のフィルタで図 8 (b) のように組み上げた集合体を用いた。比較例 3-6、比較例 3-7 では、それぞれ試験実施例 6.1、6.4 (表 6) のフィルタで図 8 (c) のように組み上げた集合体を用いた。比較例 3-8 では、試験比較例 6.1 のフィルタで図 8 (a) のように組み上げた集合体を用いた。

表 9 に示すように、実施例 3-5~3-8 の最大温度差が 101℃以下であつた。これに対して、比較例 3-5、3-6、3-7 では、最大温度差が 105℃以上であつて、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタにクラックが生じていた。比較例 3-8 では、温度差が低いものであつたが、クラックが生じていた。

(実施例 4-1~4-5、比較例 4-1~4-3)

実施例 4-1~4-5 は、基本的には、試験参考例 1.1 (表 1) のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、実施例 4-1 では、シール材層 15a の厚み E1 を 1.05 mm、シール材層 15b の厚み E2 を 1 mm とし、比  $E1/E2 = 1.05$  とした。(図 9 (a) 参照)。

同様に、表 10 の記載にならって、実施例 4-2~実施例 4-5、比較例 4-3 を製作した。

比較例 4-1 ではシール材層 15a の厚み E1 を 1 mm、シール材層 15b の厚み E2 を 1 mm) とし、 $E1/E2 = 1$  とした。(図 9 (b) 参照)。

比較例 4-2 では、基本的には、試験参考例 1.1 のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、比較例 4-2 では、シール材層 15a の厚み E1 を 1 mm、シール材層 15b の厚み E2 を 2 mm とし、 $E1/E2 = 0.5$  とした。(図 9 (c) 参照)。

実施例 4-1~4-5、比較例 4-1~4-3 の集合体について温度差  $T_{\beta}-T_{\alpha}$  とクラックの発生について調べた。その結果、表 10 に示すように、温度差  $T_{\beta}-T_{\alpha}$  は実施例 4-1~4-5 では、温度差  $T_{\beta}-T_{\alpha}$  75℃以下でありまた、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 4-1、比較例 4-2 では、温度差  $T_{\beta}-T_{\alpha}$  は 80℃以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 4-3 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

(実施例 4-6~4-10、比較例 4-4~4-6)

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても同様の試験をおこなった。

実施例 4-6~実施例 4-10 は、基本的には、試験参考例 2. 1 のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、実施例 4-6 では、集合体 9 の長辺と平行にあるシール材層の厚みを E 1 (1.05 mm)、短辺と平行にあるシール材層の厚みを E 2 (1 mm) とし、 $E 1/E 2=1.05$  とした。(図 9 (a) 参照)。

同様に、表 10 の記載にならって、実施例 4-6~実施例 4-10、比較例 4-6 を製作した。

比較例 4-4 の集合体はシール材層 15 a の厚み E 1 を 1 mm、シール材層 15 b の厚み E 2 を 1 mm とし、 $E 1/E 2=1$  とした。(図 9 (b) 参照)。

比較例 4-5 は、基本的には、試験参考例 2. 1 のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、比較例 4-5 では、シール材層 15 a の厚み E 1 を 1 mm、シール材層 15 b の厚み E 2 を 2 mm とし、 $E 1/E 2=0.5$  とした。(図 9 (c) 参照)。

実施例 4-6~4-10、比較例 4-4~4-6 の集合体について、最大温度差  $T_{\beta}-T_{\alpha}$  とクラックの発生について調べた。その結果、表 10 に示すように、温度差  $T_{\beta}-T_{\alpha}$  は実施例では、80℃以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 4-4、比較例 4-5 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $100^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 4-6 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

(実施例 5-1 ~ 5-4、比較例 5-1 ~ 5-3)

実施例 5-1 ~ 実施例 5-4 は、基本的には、試験参考例 1. 1 のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、実施例 5-1 では、シール材層 15a の熱伝導率  $G_1$  を  $0.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、シール材層 15b の熱伝導率  $G_2$  を  $0.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  とし、 $G_1 / G_2 = 0.67$  とした。(図 10 (a) 参照)。

同様に、表 11 の記載にならって、 $G_1$  を調整し、実施例 5-2 ~ 実施例 5-4、比較例 5-1 ~ 5-3 の集合体を製作した。

比較例 5-1 では  $G_1$  と  $G_2$  は同じであり、 $G_1 / G_2 = 1$  とした。

実施例 5-1 ~ 5-4、比較例 5-1 ~ 5-3 の集合体について、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  とクラックの発生について調べた。その結果、表 11 に示すように、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は実施例 5-1 ~ 5-4 では、 $76^{\circ}\text{C}$  以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 5-1、比較例 5-2 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $80^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 5-3 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

(実施例 5-5 ~ 5-8、比較例 5-4 ~ 5-6)

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても同様の試験をおこなった。

実施例 5-5 ~ 実施例 5-8、比較例 5-4 ~ 比較例 5-6 も、基本的には、試験参考例 2. 1 のフィルタを用いて、表 11 の記載にならって製作した。

温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は実施例 5-5 ~ 5-8 では、 $80^{\circ}\text{C}$  以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 5-4、比較例 5-5 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $80^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 5-6 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

それぞれの結果を表 11 に示す。

(実施例 6-1 ~ 6-4、比較例 6-1 ~ 6-3)

実施例 6-1 ~ 実施例 6-4 は、基本的には、試験参考例 1. 1 のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、実施例 6-1 では、外周シール材層 15c の厚み  $H_1$  を  $1.6\text{ mm}$ 、外周シール材層 15d の厚み  $H_2$  を  $1.5\text{ mm}$  とし、 $H_2/H_1 = 0.94$  とした。(図 10 (b) 参照)。外周シール材層の厚みが緩やかに変化するよう外周シール材層 15c と 15d の間の厚みを調整した。従って、厚み  $H_1$ 、 $H_2$  のいずれかが外周シール材層の最大厚み、最小厚みである。

同様に、表 12 の記載にならって、 $H_2$  の厚みを調整し、実施例 6-2 ~ 実施例 6-4、比較例 6-1 ~ 6-3 の集合体を製作した。

比較例 6-1 では  $H_2/H_1 = 1$  とした。

表 12 に示すように、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は実施例 6-1 ~ 6-4 では、 $73^{\circ}\text{C}$  以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 6-1、比較例 6-2 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $80^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 6-3 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

(実施例 6-5 ~ 6-8、比較例 6-4 ~ 6-6)

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても同様の試験をおこなった。

実施例 6-5 ~ 実施例 6-8、比較例 6-4 ~ 比較例 6-6 も、基本的には、試験参考例 2. 1 のフィルタを用いて、表 12 の記載にならって製作した。

表 12 に示すように、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は実施例 6-5 ~ 6-8 では、 $80^{\circ}\text{C}$  以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残って

おらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 6-4、比較例 6-5 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $83^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 6-6 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

(実施例 7-1 ~ 7-3、比較例 7-1 ~ 7-3)

実施例 7-1 ~ 実施例 7-3 は、基本的には、試験参考例 1. 1 のフィルタを用いて、比較例 1-2 と同様に集合体を製造した。ただし、実施例 7-1 では、外周断熱材（アルミナファイバ製マット）10 の部分 16 a の厚み  $I_1$  を  $10\text{ mm}$ 、部分 16 b の厚み  $I_2$  を  $11\text{ mm}$  とし、 $I_2 / I_1 = 0.91$  とした。（図 10 (c) 参照）。断熱材 10 の厚みが緩やかに変化するように部分 16 a と 16 b の間の厚みを調整した。従って、厚み  $I_1$ 、 $I_2$  のいずれかが断熱材の最大厚み、最小厚みである。

同様に、表 13 の記載にならって、厚み  $I_2$  を調整し、実施例 7-2 ~ 実施例 7-3、比較例 7-3 を製作した。

比較例 7-1 は  $I_1$  と  $I_2$  を同じ厚みとし、 $H_2 / H_1 = 1$  とした。

表 13 に示すように、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は実施例 7-1 ~ 7-8 では、 $73^{\circ}\text{C}$  以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発生は認められなかった。

しかし、比較例 7-1、比較例 7-2 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $80^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 7-3 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

(実施例 7-4 ~ 7-6、比較例 7-4 ~ 7-6)

同様に、炭化珪素—金属珪素のフィルタにおいても同様の試験をおこなった。

実施例 7-4 ~ 実施例 7-6、比較例 7-4 ~ 比較例 7-6 も、基本的には、試験参考例 2. 1 のフィルタを用いて、表 13 の記載にならって製作した。

温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は実施例 7-4 ~ 7-6 では、 $80^{\circ}\text{C}$  以下であり、また、いずれのハニカムフィルタ F 1 についてもススは燃え残っておらず、クラックの発

生は認められなかった。

しかし、比較例 7-4、比較例 7-5 では、温度差  $T_{\beta} - T_{\alpha}$  は  $83^{\circ}\text{C}$  以上であり、その値はとても大きいものであって、 $\gamma$  の位置のハニカムフィルタ F 1 にススが燃え残り、クラックの発生が認められた。また、比較例 7-6 では、温度差が逆転し、 $\beta$  の位置にクラックが生じていた。

従って、本実施形態によれば以下のような効果を得ることができる。

(1) 断面形状が長方形であるセラミックフィルタ F 1 の長辺が集合体 9 の長径方向になるように、かつセラミックフィルタ F 1 の短辺が集合体 9 の短径方向になるように複数のセラミックフィルタ F 1 を接着して集合体 9 が製造される。このことによって、集合体 9 の長径方向において、熱伝導に影響する可能性のあるセラミックシール材層 15b の数を減らすことが可能となる。よって、使用時に集合体 9 の短径方向への熱伝導性より長径方向への熱伝導性のほうが高くなり、長径方向における周辺部のフィルタ F 1 でも加熱されやすくなる。このためススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。

また、このような方法によって、略楕円の輪郭と交差する 2 点の間の距離が最大となる第 1 の直線を想定するとともに、前記第 1 の直線と直交する関係にある直線であって、前記略楕円の輪郭と交差する 2 点の間の距離が最大となる第 2 の直線を想定した場合、前記集合体の第 1 の直線が横切る前記シール材層の数が、前記第 2 の直線が横切る前記シール材層の数以下にできるため、フィルタ間の熱伝導の障害を減らすことができる。

(2) 柱状ハニカムフィルタ F 1 内のセル 12 を長方形にすることで、フィルタの断面上の熱伝導に偏りを与えることができる。即ち、セルの長辺方向に沿った方向への熱伝導性のほうがセルの短辺方向に沿った方向への熱伝導性より高くなる。よって、集合体の長径方向とセルの長辺を平行にして、逆に集合体の短径方向とセルの短辺を平行にして、フィルタ集合体を作ることができる。このことで、使用時に集合体の短径方向への熱伝導性より長径方向への熱伝導性のほうが高くなり、長径方向における周辺部のフィルタ F 1 でも加熱されやすくなる。

このため、ススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。

(3) 柱状ハニカムフィルタF 1内のセル1 2が矩形であり、互いに直交するセル壁の厚さを変えることで、フィルタの断面上の熱伝導性に偏りを与えることができる。即ち、セル壁の厚い方向の沿った向きの熱伝導性がセル壁の薄い方向に沿った向きの熱伝導よりも高くすることができる。よって、集合体の長径方向とセル壁の厚い方向を平行にして、逆に集合体の短径方向とセル壁の薄い方向を平行にして、フィルタ集合体を作ることができる。このことで、使用時に集合体の短径方向への熱伝導性より長径方向への熱伝導性のほうが高くなり、長径方向における周辺部のフィルタF 1でも加熱されやすくなる。このため、ススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。

(4) 長径方向と垂直な位置関係にあるシール材層1 5 bを相対的に薄くすることで、使用時に集合体の短径方向への熱伝導性より長径方向への熱伝導性を高くすることができる。よって、長径方向の周辺部のフィルタF 1でも加熱されやすくなり、ススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。

(5) 長径方向と垂直な位置にあるシール材層1 5 bの熱伝導率G 2を高いものに変更することで、使用時に集合体の短径方向より長径方向の熱伝導を高くすることができる。よって、長径方向の周辺部のフィルタF 1でも加熱されやすくなり、ススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。



(6) 断面形状が略楕円形のセラミックフィルタ集合体において、熱伝導を妨げる外周シール材層を短径の延長線上に位置するシール材層の厚さH 2 よりも、長径の延長線上に位置するシール材層の厚さH 1 を厚くすることで、長径方向の周辺部からの熱の放射が抑制される。そのため、使用時に集合体の、長径方向の周辺部で高い断熱効果が生まれ、ススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。

(7) 断面形状が略楕円形のセラミックフィルタ集合体 9 において、熱伝導を妨げる断熱材 10 の厚みが、集合体 9 の短径の延長線上に位置する部分 16 b の厚さ I 2 よりも、長径の延長線上に位置する部分 16 a の厚さ I 1 を厚くすることで、長径方向の周辺部からの熱の放射が抑制される。そのため、使用時に集合体の長径方向の周辺部で高い断熱効果が生まれ、ススの燃え残りが無くなって、クラックが生じなくなる。また、セラミックフィルタの材質を変更することなく、同じ材質のセラミックの構造を変えることで容易に達成することができることから、コストの低減をはかることができる。

(8) 試験 1、2 によると、多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタの断面形状が長方形であり、長辺の長さ B 1、短辺の長さを B 2 とした場合、その比  $B 1 / B 2$  が 3.0 以下であれば、熱衝撃によるクラックが入りにくい。そのため、断面形状が正方形のフィルタと同程度の耐熱衝撃性をもつと考えられ、扁平形状のフィルタ集合体 9 を均一に昇温させるのに必要なフィルタユニットを提供することができる。シール材等を減らせるためにコストの低減もはかれる。

(9) 試験 3、4 によると、多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタのセル（貫通孔）の断面形状が長方形であり、長辺の長さ C 1、短辺の長さを C 2 とした場合、その比  $C 1 / C 2$  が 3.0 以下であれば、熱衝撃によるクラックが入りにくい。そのため、セル（貫通孔）の断面形状が正方形のフィルタと同程度の耐熱衝撃性をもつと考えられ、扁平形状のフィルタ集合体 9 を均一に昇温させるのに必要なフィルタユニットを提供することができる。

(10) 試験5、6によると、多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタのセルの壁厚が2種類からなり、厚い壁の長さをD1、短い壁の長さをD2とした場合、その比D1/D2が3.0以下であれば、熱衝撃によるクラックが入りにくい。そのため、壁厚が全て同じであるフィルタと同程度の耐熱衝撃性をもつと考えられ、扁平形状のフィルタ集合体9を均一に昇温させるのに必要なフィルタユニットを提供することができる。

なお、本発明の実施形態は以下のように変更してもよい。

ハニカムフィルタF1の断面形状を長方形にして、内部のセル12も同じ方向に長方形としてもよい。

ハニカムフィルタF1の断面形状を長方形にして、内部のセル壁13a、13bのうちの厚いセル壁13aを長辺と同じ方向にしてもよい。

ハニカムフィルタのセルを長方形とし、長辺のセル壁を短辺のセル壁よりも厚くしてもよい。

集合体の外周面に形成されるシール材層を、熱伝導率の異なる2種以上の外周塗布材を用いて形成してもよい。

断熱材10は熱伝導率の異なる2種以上の断熱材を用いて集合体の外周面に形成してもよい。

**TRANSLATION IN JP**

INTERNATION SEARCH REPORT

国際調査報告

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

差替え用紙（規則26）

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26 ISA/JP)

差替え用紙（規則26 ISA/JP）

AMENDED SHEET (ARTICLE 19)

補正された用紙（条約第19条）

STATEMENT UNDER ARTICLE 19 (1)

条約第19条（1）に基づく説明書

RECTIFIED SHEET (RULE 91)

訂正された用紙（規則91）

RECTIFIED SHEET (RULE 91 ISA/JP)

訂正された用紙（規則91 ISA/JP）

RECTIFIED SHEET (RULE 91 RO/JP)

訂正された用紙（規則91 RO/JP）

CONFIRMATION COPY

.....

表1

	辺内径(mm)	壁厚(mm)	ピッチ(mm)	セル列数	外形寸法 (mm)	外形寸法 (mm)	熱衝撃試験	
							B1/B2	800°C
	C1, C2	D1, D2			B1	B2		800°C
試験参考例1.1	1.5	0.3	1.8	18	32.7	32.7	1.00	無
試験参考例1.2	1.5	0.3	1.8	19	34.5	32.7	1.06	無
試験実施例1.1	1.5	0.3	1.8	20	36.3	32.7	1.11	無
試験実施例1.2	1.5	0.3	1.8	37	66.9	32.7	2.05	無
試験実施例1.3	1.5	0.3	1.8	54	97.5	32.7	2.98	無
試験比較例1.1	1.5	0.3	1.8	55	99.3	32.7	3.04	有
試験比較例1.2	1.5	0.3	1.8	56	101.1	32.7	3.09	有

表2

	辺内径(mm)	壁厚(mm)	ピッチ(mm)	セル列数	外形寸法 (mm)	外形寸法 (mm)	熱衝撃試験	
							B1/B2	600°C
	C1, C2	D1, D2			B1	B2		800°C
試験参考例2.1	1.5	0.3	1.8	18	32.7	32.7	1.00	無
試験参考例2.2	1.5	0.3	1.8	19	34.5	32.7	1.06	無
試験実施例2.1	1.5	0.3	1.8	20	36.3	32.7	1.11	無
試験実施例2.2	1.5	0.3	1.8	38	68.7	32.7	2.10	無
試験実施例2.3	1.5	0.3	1.8	54	97.5	32.7	2.98	無
試験比較例2.1	1.5	0.3	1.8	55	99.3	32.7	3.04	有
試験比較例2.2	1.5	0.3	1.8	56	101.1	32.7	3.09	有

表3

	辺内径(mm)	壁厚(mm)	ヒッチ(mm)	セル列数	外形寸法(mm)	辺内径(mm)	辺内径(mm)	C1/C2	熱衝撃試験 600°C   800°C
	C1	D1, D2			B1, B2	C1	C2		
試験参考例3.1	1.5	0.3	1.8	18	32.7	1.5	1.5	1.00	無
試験参考例3.2	1.6	0.3	1.9	17	32.6	1.6	1.5	1.07	無
試験実施例3.1	1.7	0.3	2	16	32.3	1.7	1.5	1.13	無
試験実施例3.2	2.25	0.3	2.55	13	33.45	2.25	1.5	1.50	無
試験実施例3.3	3	0.3	3.3	10	33.3	3	1.5	2.00	無
試験実施例3.4	4.4	0.3	4.7	7	33.2	4.4	1.5	2.93	無
試験比較例3.1	4.6	0.3	4.9	7	34.6	4.6	1.5	3.07	有
試験比較例3.2	4.8	0.3	5.1	6	30.9	4.8	1.5	3.20	有

表4

	辺内径(mm)	壁厚(mm)	ヒッチ(mm)	セル列数	外形寸法(mm)	辺内径(mm)	辺内径(mm)	C1/C2	熱衝撃試験 800°C   800°C
	C1	D1, D2			B1, B2	C1	C2		
試験参考例4.1	1.5	0.3	1.8	18	32.7	1.5	1.5	1.00	無
試験参考例4.2	1.6	0.3	1.9	17	32.6	1.6	1.5	1.07	無
試験実施例4.1	1.7	0.3	2	16	32.3	1.7	1.5	1.13	無
試験実施例4.2	2.25	0.3	2.55	13	33.45	2.25	1.5	1.50	無
試験実施例4.3	3	0.3	3.3	10	33.3	3	1.5	2.00	無
試験実施例4.4	4.4	0.3	4.7	7	33.2	4.4	1.5	2.93	無
試験比較例4.1	4.6	0.3	4.9	7	34.6	4.6	1.5	3.07	有
試験比較例4.2	4.8	0.3	5.1	6	30.9	4.8	1.5	3.20	有

表5

	辺内径(mm)	壁厚(mm)	ヒッチ(mm)	セル列数	外形寸法(mm)	壁厚(mm)	壁厚(mm)	D1/D2	熱衝撃試験 600°C   800°C
	C1, C2	D2			B1, B2	D1	D2		
試験参考例5.1	1.5	0.4	1.9	18	34.6	0.4	0.4	1.00	無
試験参考例5.2	1.5	0.37	1.87	18	34.03	0.4	0.37	1.08	無
試験参考例5.3	1.5	0.3	1.8	18	32.7	0.3	0.3	1.00	無
試験実施例5.1	1.5	0.35	1.85	18	33.65	0.4	0.35	1.14	無
試験実施例5.2	1.5	0.2	1.7	20	34.2	0.4	0.2	2.00	無
試験実施例5.3	1.5	0.14	1.64	20	32.94	0.4	0.14	2.86	無
試験実施例5.4	1.5	0.15	1.65	20	33.15	0.3	0.15	2.00	無
試験比較例5.1	1.5	0.132	1.632	20	32.772	0.4	0.132	3.03	有
試験比較例5.2	1.5	0.13	1.63	20	32.73	0.4	0.13	3.08	有

表6

	辺内径(mm)	壁厚(mm)	ピッチ(mm)	セル列数	外形寸法(mm)	壁厚(mm)		D1/D2	熱衝撃試験	
						D1	D2		600°C	800°C
	C1, C2	D2			B1, B2					
試験参考例6.1	1.5	0.4	1.9	18	34.6	0.4	0.4	1.00	無	無
試験参考例6.2	1.5	0.37	1.87	18	34.03	0.4	0.37	1.08	無	無
試験参考例6.3	1.5	0.3	1.8	18	32.7	0.3	0.3	1.00	無	無
試験実施例6.1	1.5	0.35	1.85	18	33.65	0.4	0.35	1.14	無	無
試験実施例6.2	1.5	0.2	1.7	20	34.2	0.4	0.2	2.00	無	無
試験実施例6.3	1.5	0.14	1.64	20	32.94	0.4	0.14	2.86	無	無
試験実施例6.4	1.5	0.15	1.65	20	33.15	0.3	0.15	2.00	無	無
試験比較例6.1	1.5	0.132	1.632	20	32.772	0.4	0.132	3.03	無	有
試験比較例6.2	1.5	0.13	1.63	20	32.73	0.4	0.13	3.08	有	有

表7

	形状	種類	集合体9			フィルタF1			セル12			セル壁13			シール材層15			断熱	温度差 $\Delta T$	温度			クラック
			A1	A2	mm	B1	B2	本数	C1	C2	C1/C2	D1	D2	D1/D2	E1	E2	E1/E2			$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
実施例1-1	図6(a)	試験実施例1.2	160	80	80	66	33	9	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	460	430	400	無
比較例1-1	図6(b)	試験参考例1.1	80	80	80	33	33	9	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	400	無
比較例1-2	図6(c)	試験参考例1.1	160	80	80	33	33	15	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	350	有
実施例1-2	図6(a)	試験実施例2.2	160	80	80	66	33	9	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	424	390	無
比較例1-3	図6(b)	試験参考例2.1	80	80	80	33	33	9	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	425	390	無
比較例1-4	図6(c)	試験参考例2.1	160	80	80	33	33	15	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	423	340	有

表8

	形状	種類	集合体9			フィルタF1			セル12			セル壁13			シール材層15			断熱	温度差 $\Delta T$	温度			クラック
			A1	A2	mm	B1	B2	本数	C1	C2	C1/C2	D1	D2	D1/D2	E1	E2	E1/E2			$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
実施例2-1	図7(a)	試験実施例3.1	160	80	80	33	33	15	1.70	1.50	1.13	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	357	無
実施例2-2	図7(a)	試験実施例3.2	160	80	80	33	33	15	2.25	1.50	1.50	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	460	430	370	無
実施例2-3	図7(a)	試験実施例3.3	160	80	80	33	33	15	3.00	1.50	2.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	374	無
実施例2-4	図7(a)	試験実施例3.4	160	80	80	33	33	15	4.40	1.50	2.93	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	380	無
比較例2-1	図7(b)	試験参考例3.1	160	80	80	33	33	15	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	460	430	350	有
比較例2-2	図7(c)	試験実施例3.1	160	80	80	33	33	15	1.50	1.70	0.88	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	434	350	有
比較例2-3	図7(c)	試験実施例3.2	160	80	80	33	33	15	1.50	2.25	0.67	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	440	350	有
比較例2-4	図7(a)	試験比較例3.1	160	80	80	33	33	15	4.60	1.50	3.07	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	385	有
実施例2-5	図7(a)	試験実施例4.1	160	80	80	33	33	15	1.70	1.50	1.13	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	423	347	無
実施例2-6	図7(a)	試験実施例4.2	160	80	80	33	33	15	2.25	1.50	1.50	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	423	360	無
実施例2-7	図7(a)	試験実施例4.3	160	80	80	33	33	15	3.00	1.50	2.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	423	364	無
実施例2-8	図7(a)	試験実施例4.4	160	80	80	33	33	15	4.40	1.50	2.93	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	423	370	無
比較例2-5	図7(b)	試験参考例4.1	160	80	80	33	33	15	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	423	340	有
比較例2-6	図7(c)	試験実施例4.1	160	80	80	33	33	15	1.50	1.70	0.88	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	460	434	340	有
比較例2-7	図7(c)	試験実施例4.2	160	80	80	33	33	15	1.50	2.25	0.67	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	440	340	有
比較例2-8	図7(a)	試験比較例4.1	160	80	80	33	33	15	4.60	1.50	3.07	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	450	430	378	有

表9

	形状	種類	集合体9		フィルタF1		セル12				セル壁13				シール材層15				外周部	断熱	温度差			クラック																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
			A1	A2	B1	B2	本数	C1	C2	C1/C2	D1	D2	D1/D2	E1	E2	E1/E2	$\alpha$	$\beta$			$\gamma$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
																						mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm



表10

	形状	種類	集合体9			フィルタF1			セル12			セル壁13			シール材層15			外周部	断熱	温度差		温度		クラック
			A1	A2	B1	B2	本数	本	C1	C2	C1/C2	D1	D2	D1/D2	E1	E2	E1/E2			$\beta - \gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
実施例4-1	図9(a)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1.05	1	1.05	1.5	10	75	450	425	350	無
実施例4-2	図9(a)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	2	1	2	1.5	10	75	450	425	350	無
実施例4-3	図9(a)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	3	1	3	1.5	10	65	450	415	350	無
実施例4-4	図9(a)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	4	1	4	1.5	10	20	450	370	350	無
実施例4-5	図9(a)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	5	1	5	1.5	10	0	450	350	350	無
比較例4-1	図9(b)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	80	450	430	350	有
比較例4-2	図9(c)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	2	0.5	1.5	10	130	450	440	310	有
比較例4-3	図9(a)	試験参考例1.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	6	1	6	1.5	10	-20	450	330	350	有
実施例4-6	図9(a)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1.05	1	1.05	1.5	10	75	450	415	340	無
実施例4-7	図9(a)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	2	1	2	1.5	10	75	450	415	340	無
実施例4-8	図9(a)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	3	1	3	1.5	10	71	450	411	340	無
実施例4-9	図9(a)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	4	1	4	1.5	10	25	450	385	340	無
実施例4-10	図9(a)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	5	1	5	1.5	10	2	450	342	340	無
比較例4-4	図9(b)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	1	1	1.5	10	83	450	423	340	有
比較例4-5	図9(c)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	1	2	0.5	1.5	10	132	450	432	300	有
比較例4-6	図9(a)	試験参考例2.1	160	80	33	33	15	本	1.50	1.50	1.00	0.3	0.3	1.00	6	1	6	1.5	10	-10	450	330	340	有

表11

実施例	形状	種類	集合体9			フィルタF1			セラミック ファイバ		SiC	シリカゾル	CMC	水	シール材層15				熱伝導率				外周部	断熱	温度窓			クラック																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			長さ		短径	長さ	短径	E1	E2	E1/E2					G1	G2	G1/G2	β	γ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			mm	mm																mm	mm	mm			mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

表12

表12

形状	種類	集合体9			フィルタF1			セラミック 771ハ		SiC	シリカ/ル	CMC	水	計	シール材層15				外周シール材				断熱	温度			クラック																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		長径	短径	厚径	長径	短径	厚径	長径	短径						厚径	長径	短径	厚径	長径	短径	厚径	長径		短径	厚径	長径		短径	厚径	長径	短径	厚径																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																																	A1	A2	B1	B2	本数	平均粒径	0.3μ	E1	E2	E1/E2	H1	H2	H1/H2	β-γ	α	β	γ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
																																																		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

表13

	形状	種類	集合体9		フィルタF1		シール材層15				外周シール材				外周断熱材		温度差		温度		クラック									
			長さ	短径	長さ	短径	長さ	短径	長さ	短径	長さ	短径	長さ	短径	H1/H2	短径	長さ	$\beta - \gamma$	$\alpha$	$\beta$										
実施例7-1	図10(a)	試験参考例1.1	A1	mm	A2	mm	B1	mm	B2	mm	E1	mm	E2	mm	E1/E2	H1	mm	H2	mm	H1/H2	I2	mm	I1	mm					$\gamma$	
実施例7-2	図10(a)	試験参考例1.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
実施例7-3	図10(a)	試験参考例1.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-1	図10(b)	試験参考例1.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-2	図10(c)	試験参考例1.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-3	図10(a)	試験参考例1.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-4	図10(a)	試験参考例2.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
実施例7-5	図10(a)	試験参考例2.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
実施例7-6	図10(a)	試験参考例2.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-4	図10(b)	試験参考例2.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-5	図10(c)	試験参考例2.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																
比較例7-6	図10(a)	試験参考例2.1		mm		mm		mm		mm		mm		mm																

## 請求の範囲

1. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

前記複数のハニカムフィルタは、前記端面に対して平行に切断したときの断面形状が長方形でありかつその長方形における長辺の長さ  $B_1$  及び短辺の長さ  $B_2$  の比  $B_1/B_2$  が  $1.1 \sim 3.0$  であるハニカムフィルタを含み、当該ハニカムフィルタは、当該ハニカムフィルタの長辺と短辺が前記集合体の長径と短径に対してそれぞれ平行になるように配置されていることを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

2. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

各ハニカムフィルタは当該フィルタの軸線に沿って延びる複数の長方形のセルを有するとともに、各セルの長辺の長さ  $C_1$  と短辺  $C_2$  の長さの比  $C_1/C_2$  が  $1.1 \sim 3.0$  であり、前記複数のハニカムフィルタは、前記集合体の長径に対して前記セルの長辺が平行で、かつ、前記集合体の短径に対して前記セルの短辺が平行になるように配置されていることを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

3. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

各ハニカムフィルタは、互いに直交する相対的に厚いセル壁と相対的に薄いセ

ル壁によって区画される、当該フィルタの軸線に沿って延びる複数の矩形セルを有し、前記複数のハニカムフィルタは、前記相対的に厚いセル壁が前記集合体の長径に対して平行になり、かつ、前記相対的に薄いセル壁が前記集合体の短径に対して平行になるように配置されていることを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

4. 前記相対的に厚いセル壁の厚みをD1で表し、前記相対的に薄いセル壁の厚みをD2で表したとき、D1及びD2は0.1～0.5mmの範囲であり、かつ、比D1/D2が3以下であることを特徴とする請求項3に記載のセラミックフィルタ集合体。

5. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタの外周面同士をセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタ端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

前記セラミック質シール材層は前記集合体の長径と平行に延びる第1のシール材層と、前記集合体の長径に対して直交して延びる第2のシール材層とを含み、前記第1のシール材層は前記第2のシール材層よりも厚いことを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

6. 前記第1のシール材層の厚みをE1で表し、前記第2のシール材層の厚みをE2で表したとき、E1及びE2が0.3mm～3mmであり、かつ、比E1/E2が1.05以上かつ5以下であることを特徴とする請求項5に記載のセラミックフィルタ集合体。

7. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

前記セラミック質シール材層は、前記集合体の長径と平行な第1のシール材層と、前記集合体の長径に対して直交する第2のシール材層とを含み、前記第1のシール材層の熱伝導率は前記第2のシール材層の熱伝導率よりも低いことを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

8. 前記第1のシール材層の熱伝導率を $G_1$ で表し、前記第2のシール材層の熱伝導率を $G_2$ で表したとき、比 $G_1/G_2$ が0.2以上かつ0.7以下であることを特徴とする請求項7に記載のセラミックフィルタ集合体。

9. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質からなる内側シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

前記集合体の外周に形成されたセラミック質からなる外側シール材層を更に備え、当該外側シール材層は前記集合体の長径の延長線上に位置する第1部分が前記集合体の短径の延長線上に位置する第2部分よりも厚いことを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

10. 前記第1部分の厚みを $H_1$ で表し、前記第2部分の厚みを $H_2$ で表したとき、比 $H_2/H_1$ が0.06以上でかつ0.95以下であることを特徴とする請求項9に記載のセラミックフィルタ集合体。

11. 前記外側シール材層は、熱伝導率の異なる2種以上の塗布材から形成されることを特徴とする請求項9に記載のセラミックフィルタ集合体。

12. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質からなる内部シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタ端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体と、

前記セラミックフィルタ集合体を収容する筒状ケーシングと、

前記ケーシングと前記セラミックフィルタ集合体との間に配置される断熱材とをからなるキャニング体であって、

前記断熱材は前記集合体の長径の延長線上に位置する第1部分と、前記集合体の短径の延長線上に位置する第2部分とを有し、前記第1部分が前記第2部分よりも厚いことを特徴とするキャニング体。

13. 前記第1部分の厚みを $I_1$ で表し、前記第2部分の厚みを $I_2$ で表したとき、比 $I_2/I_1$ が0.30以上でかつ0.91以下であることを特徴とする請求項12に記載のキャニング体。

14. 前記断熱材は熱伝導率の異なる2種以上の材料から形成されることを特徴とする請求項12に記載のキャニング体。

15. 多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタにおいて、当該ハニカムフィルタは、その端面に対して平行に切断したときの断面形状が長方形であり、その長方形における長辺の長さ $B_1$ 及び短辺の長さ $B_2$ の比 $B_1/B_2$ が3.0以下であることを特徴とする柱状ハニカムフィルタ。

16. 多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタにおいて、当該ハニカムフィルタは、その軸線方向に沿って延びる複数のセルと、端面とを有し、各セルは、前記端面に対して平行に切断したときの断面形状が長方形であり、各セルの長辺の長さを $C_1$ で表し、短辺の長さを $C_2$ で表したとき、比 $C_1/C_2$ が3.0以下であることを特徴とする柱状ハニカムフィルタ。

17. 多孔質セラミック焼結体からなる柱状ハニカムフィルタにおいて、当該ハニカムフィルタは当該ハニカムフィルタの軸線方向に沿って延びる複数の矩形セルを有し、各矩形セルは互いに直交する相対的に厚いセル壁と相対的に薄いセル壁によって区画されていることを特徴とする柱状ハニカムフィルタ。



18. 前記相対的に厚いセル壁の厚みをD1で表し、前記相対的に薄いセル壁の厚みをD2で表したとき、比 $D1/D2$ が3以下であることを特徴とする請求項17に記載の柱状ハニカムフィルタ。

19. 前記多孔質セラミック焼結体は炭化珪素と金属珪素とからなることを特徴とする請求項15乃至18のいずれか一項に記載の柱状ハニカムフィルタ。

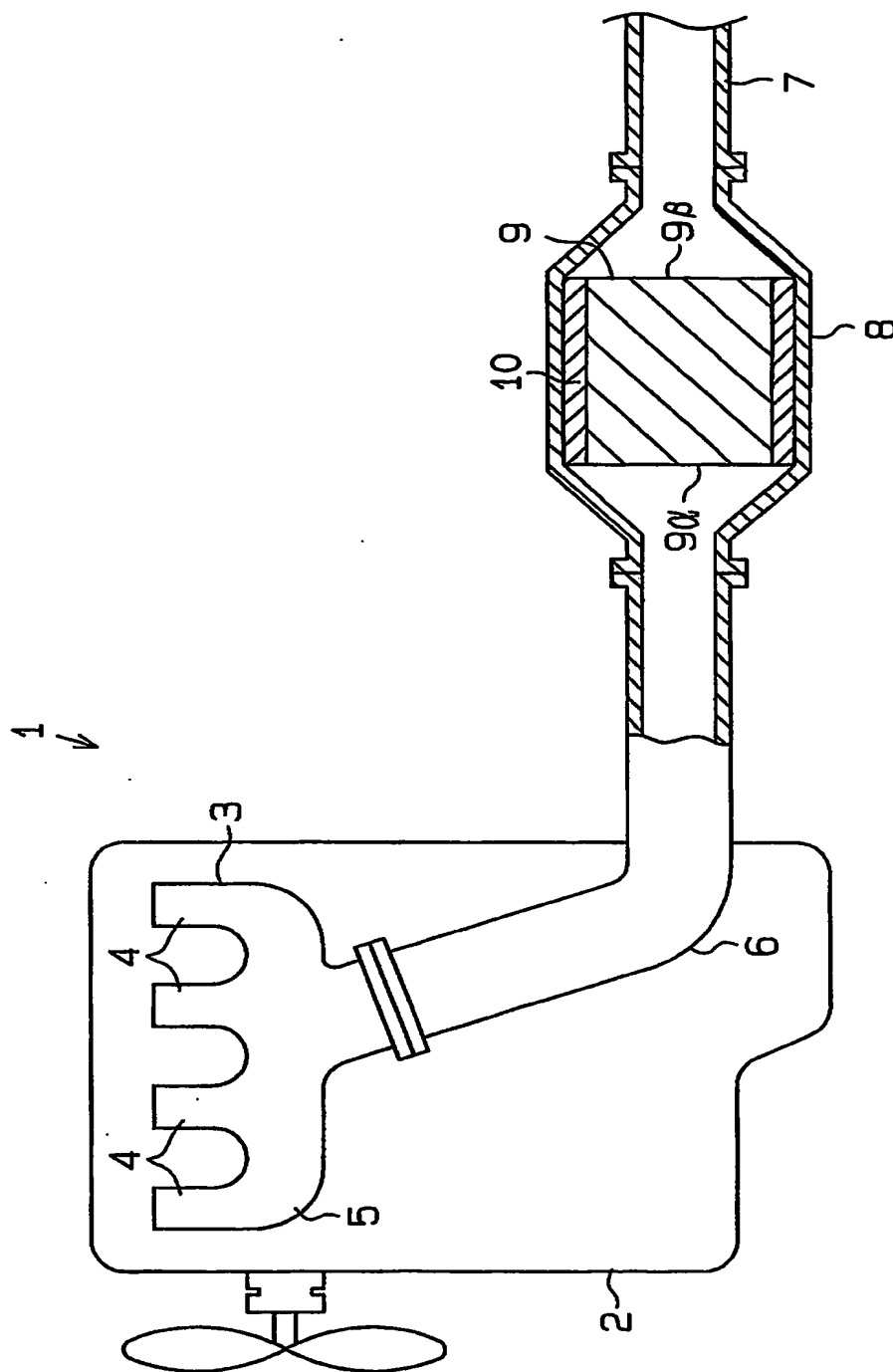
20. 触媒が担持されている請求項15乃至19のいずれか一項に記載の柱状ハニカムフィルタ。

21. 多孔質セラミック焼結体からなる複数の柱状ハニカムフィルタをセラミック質シール材層を介して接着することにより一体化され、前記複数のハニカムフィルタの端面に対して平行に切断したときの断面形状が略楕円形であるセラミックフィルタ集合体において、

前記略楕円形の輪郭線と交差する2点の間の距離が最大となる第1の直線を想定するとともに、前記第1の直線と直交する関係にある直線であって、前記略楕円形の輪郭線と交差する2点の間の距離が最大となる第2の直線を想定した場合、前記集合体の第1の直線が横切る前記シール材層の数が、前記第2の直線が横切る前記シール材層の数以下であることを特徴とするセラミックフィルタ集合体

。

Fig.1





3/10

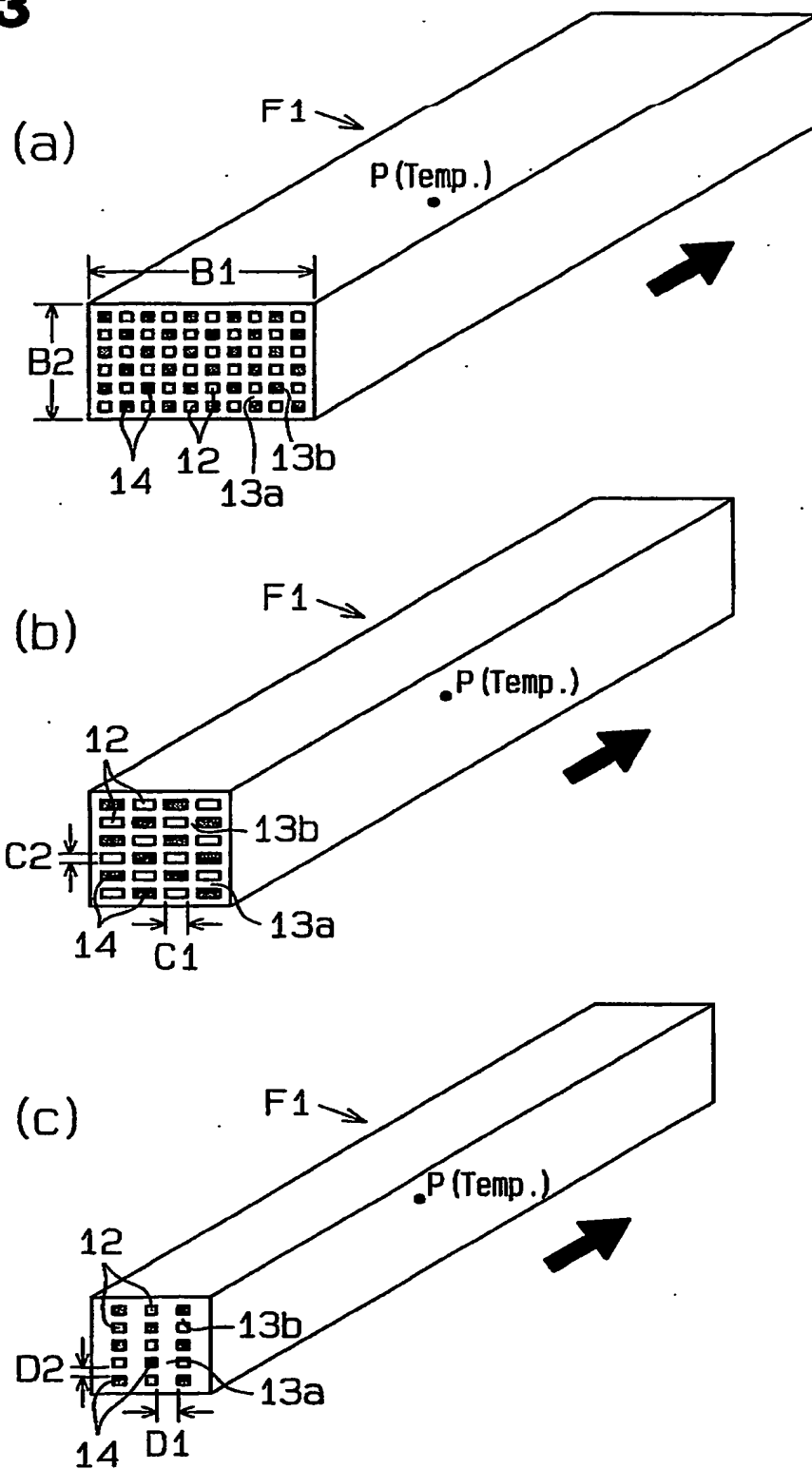
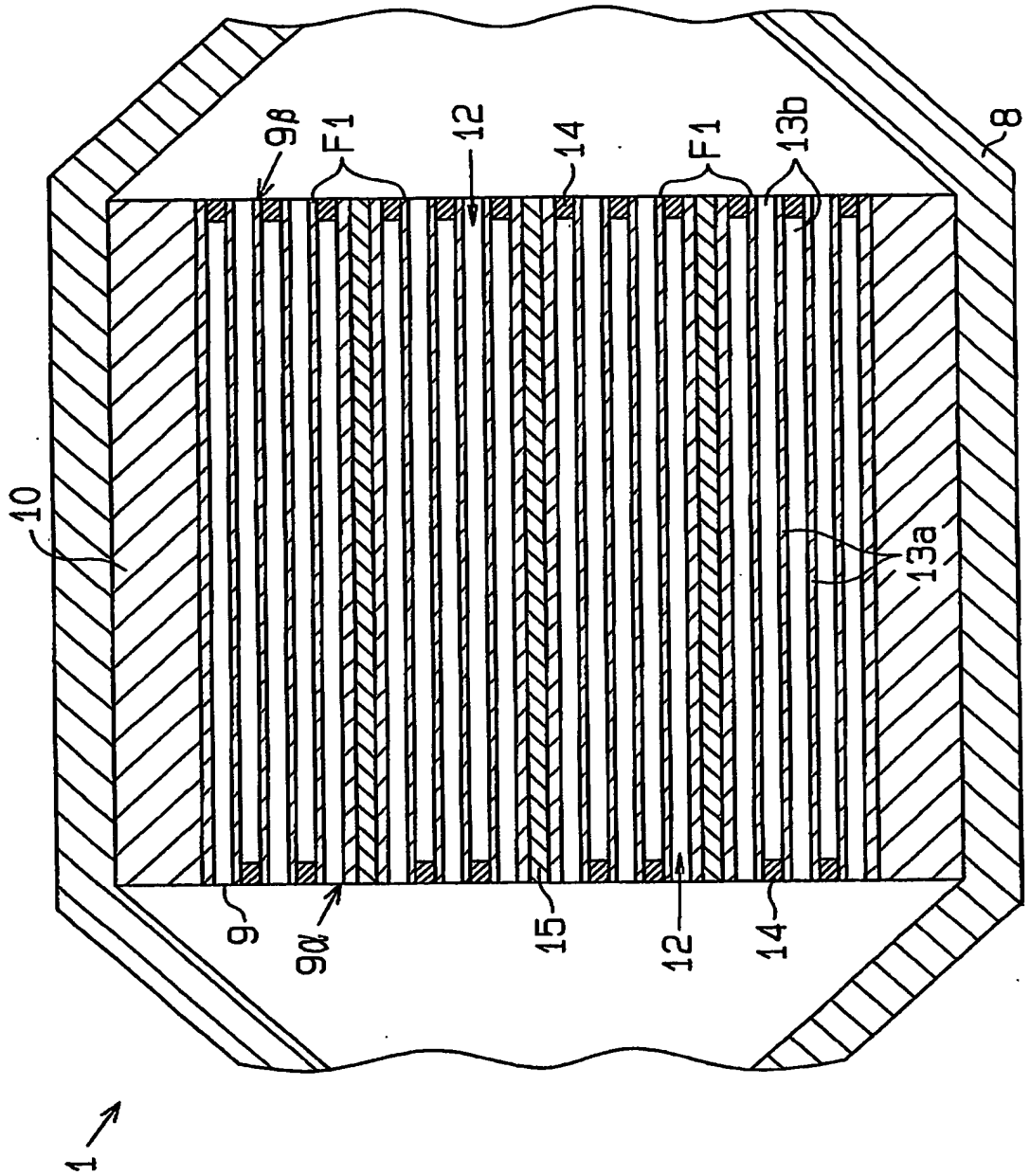
**Fig.3**

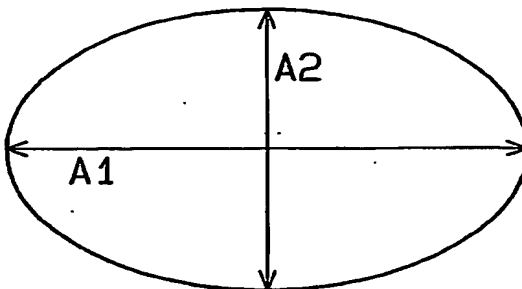
Fig. 4



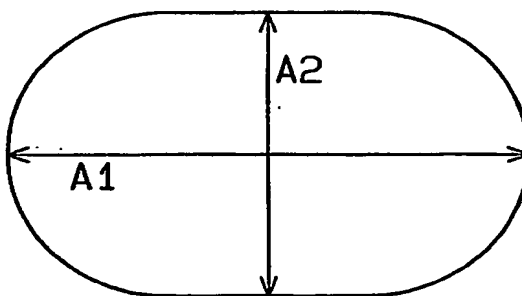
5/10

**Fig.5**

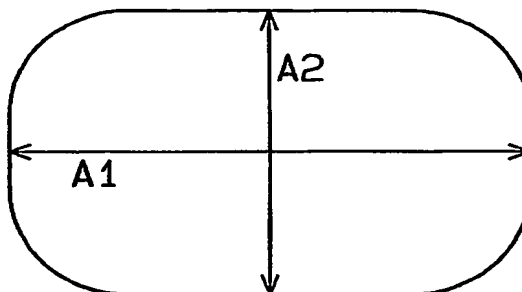
(a)



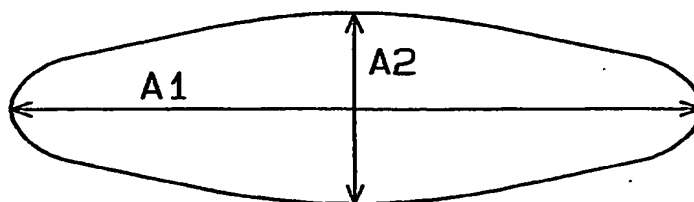
(b)



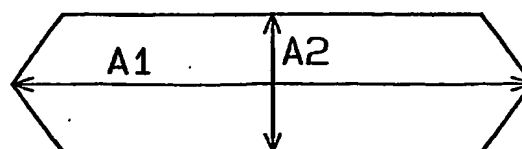
(c)



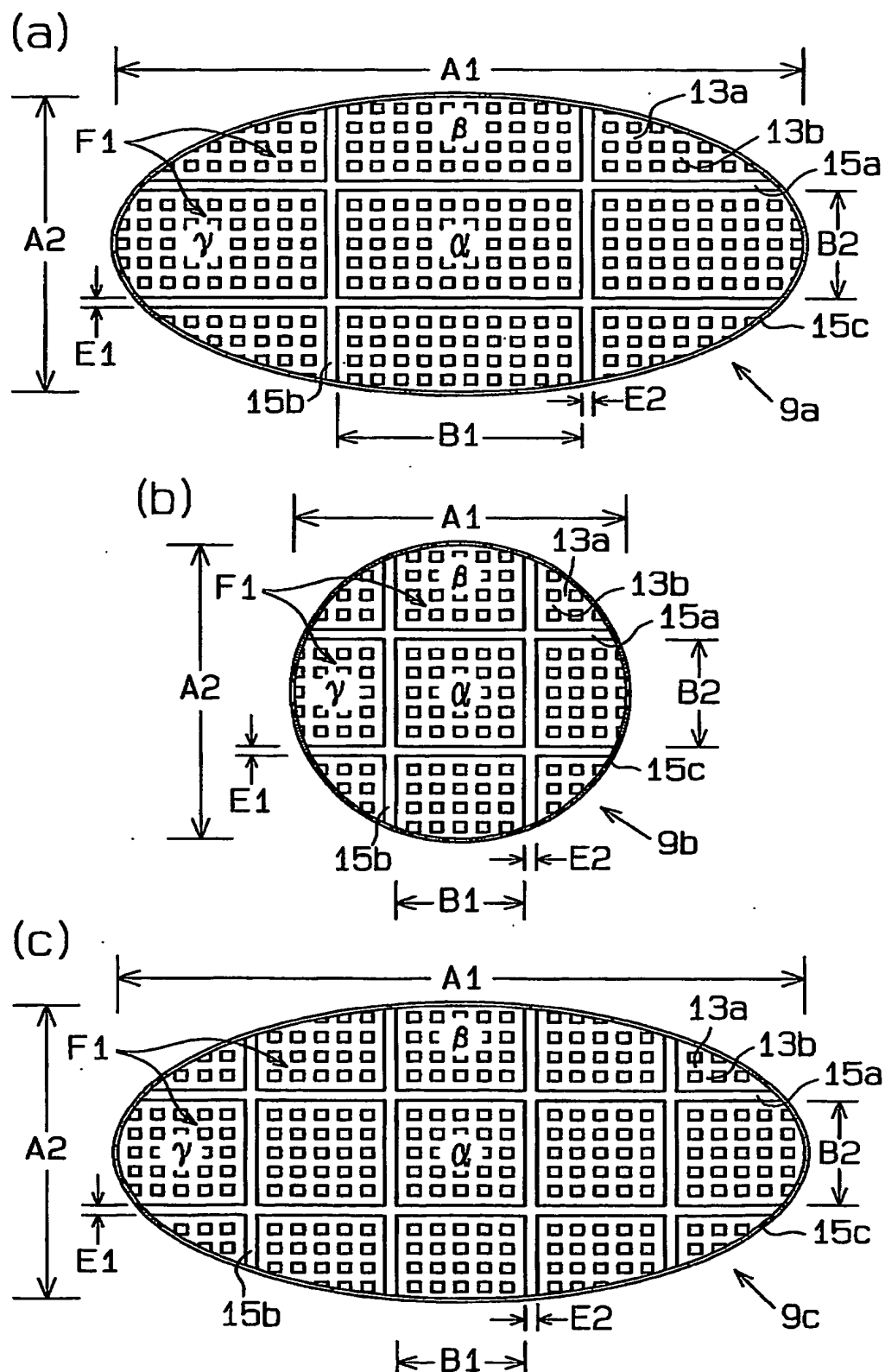
(d)



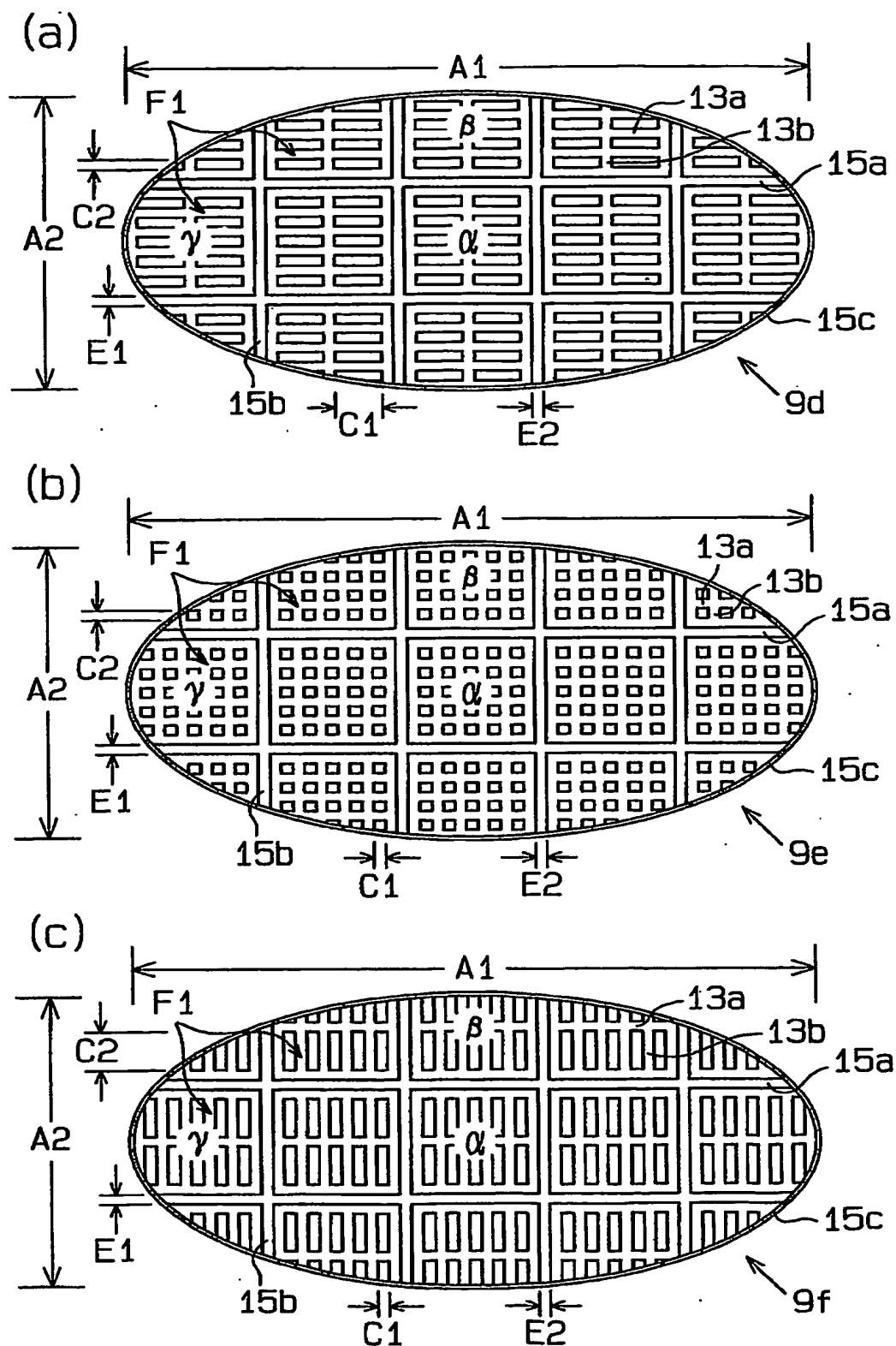
(e)



6/10

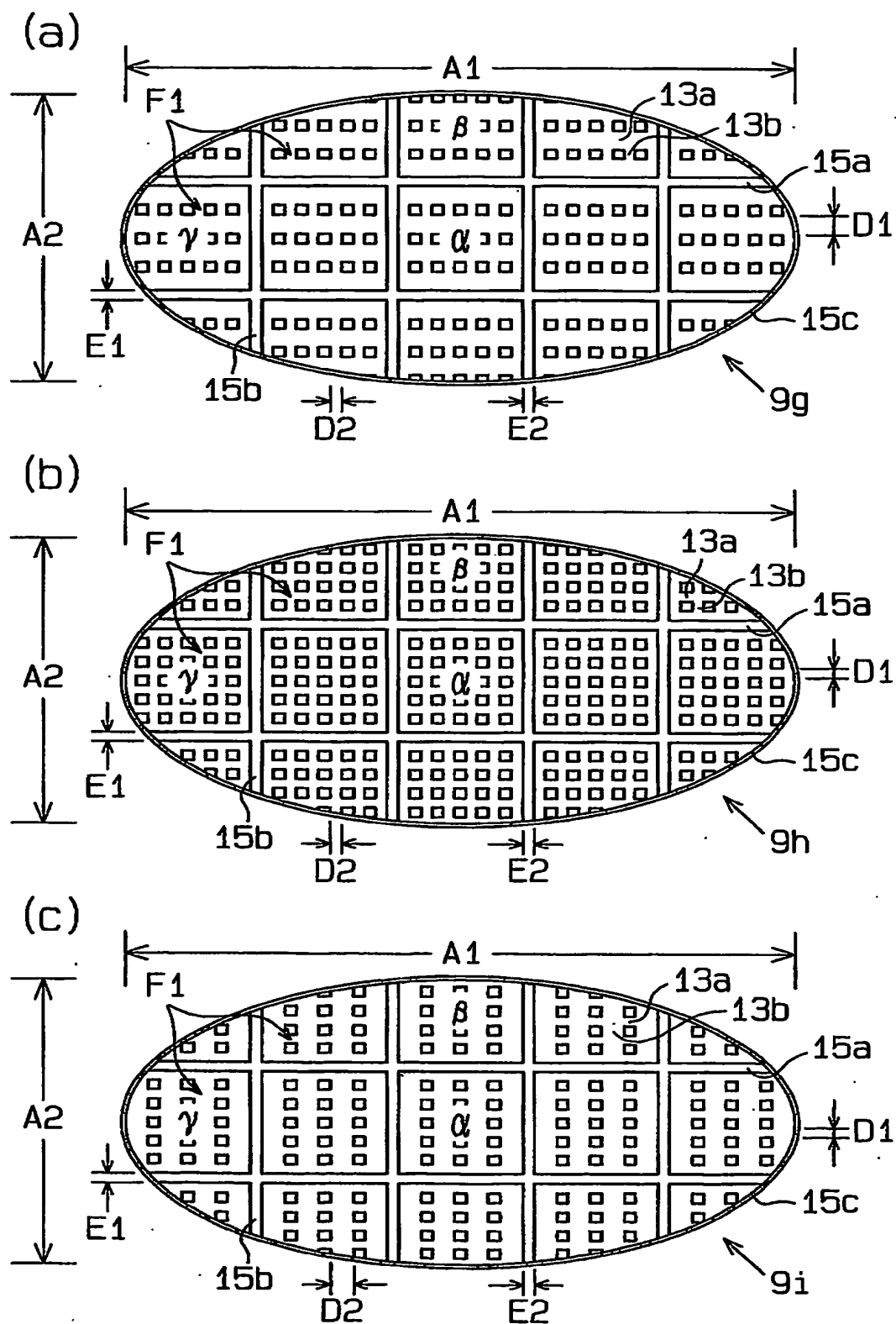
**Fig. 6**

**Fig.7**

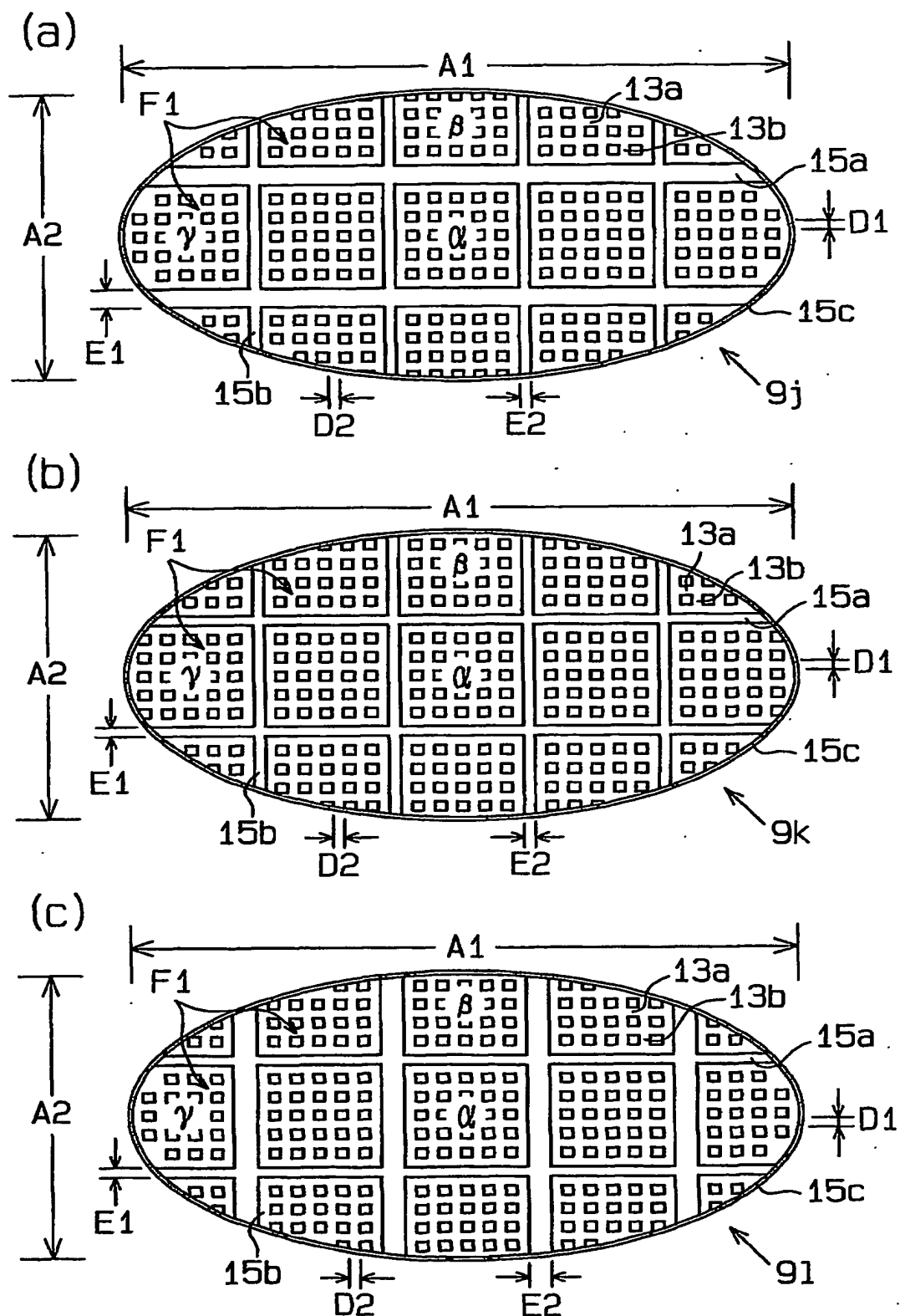




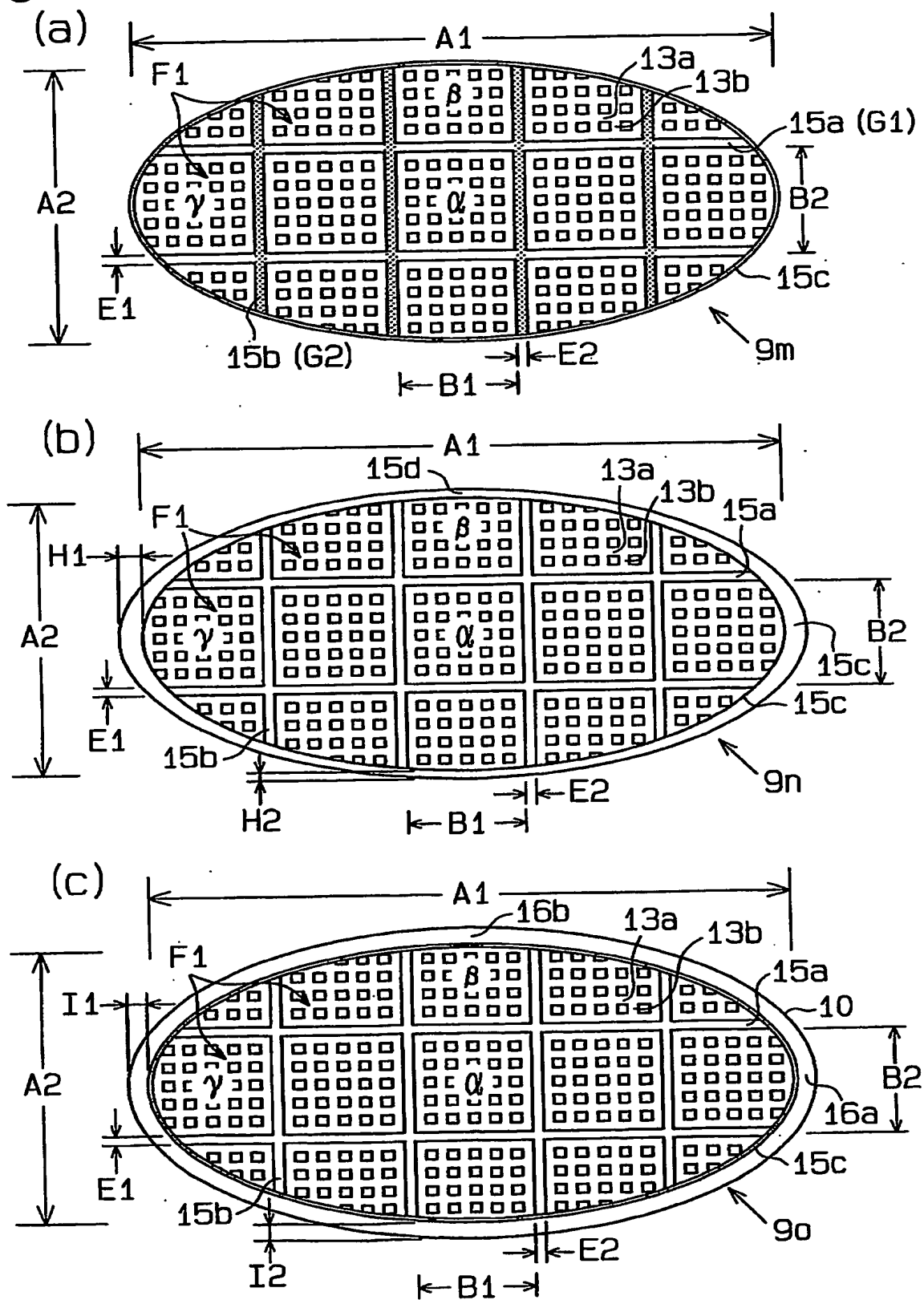
8/10

**Fig.8**

9/10

**Fig.9**

10/10

**Fig.10**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/03183

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6159578 A (NGK INSULATORS, LTD.), 12 December, 2000 (12.12.00), Full text & JP 11-320723 A	1, 2, 21 3-14
X A	JP 2001-170426 A (Ibiden Co., Ltd.), 26 June, 2001 (26.06.01), Claims; page 4, Par. No. [0029] to page 5, Par. No. [0046] (Family: none)	1, 2, 21 3-14
E, X E, A	JP 2003-117320 A (NGK Insulators, Ltd.), 22 April, 2003 (22.04.03), Claims; page 4, Par. No. [0015] to page 7, Par. No. [0040]; Figs. 5, 7 (Family: none)	1, 2, 21 3-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

 Date of the actual completion of the international search  
17 June, 2003 (17.06.03)

 Date of mailing of the international search report  
01 July, 2003 (01.07.03)

 Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/03183

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X P,A	JP 2002-273130 A (NGK Insulators, Ltd.), 24 September, 2002 (24.09.02), Claims; page 3, Par. No. [0012] to page 4, Par. No. [0034]; Fig. 7 (Family: none)	1, 2, 21 3-14
X A	JP 6-241018 A (Ibiden Co., Ltd.), 30 August, 1994 (30.08.94), Claims; page 3, Par. No. [0015] to page 5, Par. No. [0028]; Fig. 3 (Family: none)	15, 16, 19 17, 18
X A	JP 2002-054422 A (NGK Insulators, Ltd.), 20 February, 2002 (20.02.02), Claims; page 6, Par. No. [0052] to page 9, Par. No. [0059] & WO 02/12687 A1	15, 16, 20 17-19

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B 0 1 D 3 9 / 2 0, B 0 1 D 4 6 / 0 0, F 0 1 N 3 / 0 2

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B 0 1 D 3 9 / 2 0, B 0 1 D 4 6 / 0 0, F 0 1 N 3 / 0 2

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2003
日本国登録実用新案公報	1994-2003
日本国実用新案登録公報	1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

W P I

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	US 6 1 5 9 5 7 8 A (NGK INSULATORS, LTD.), 2000. 12. 12, 全文 & JP 11-320723 A	1, 2, 21 3-14
X A	JP 2001-170426 A (イビデン株式会社), 2001. 06. 26, 特許請求の範囲, 第4頁【0029】-第 5頁【0046】, (ファミリーなし)	1, 2, 21 3-14
EX EA	JP 2003-117320 A (日本碍子株式会社), 2003. 04. 22, 特許請求の範囲, 第4頁【0015】-第 7頁【0040】, 図5, 図7, (ファミリーなし)	1, 2, 21 3-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 06. 03

国際調査報告の発送日

01.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
新居田 知生

4 Q 8 6 1 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3466

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P X P A	J P 2 0 0 2 - 2 7 3 1 3 0 A (日本碍子株式会社) , 2 0 0 2 . 0 9 . 2 4 , 特許請求の範囲, 第 3 頁【0 0 1 2】-第 4 頁【0 0 3 4】 , 図 7 , (ファミリーなし)	1, 2, 21 3-14
X A	J P 6 - 2 4 1 0 1 8 A (イビデン株式会社) , 1 9 9 4 . 0 8 . 3 0 , 特許請求の範囲, 第 3 頁【0 0 1 5】-第 5 頁【0 0 2 8】 , 図 3 , (ファミリーなし)	15, 16, 19 17, 18
X A	J P 2 0 0 2 - 0 5 4 4 2 2 A (日本碍子株式会社) , 2 0 0 2 . 0 2 . 2 0 , 特許請求の範囲, 第 6 頁【0 0 5 2】-第 9 頁【0 0 5 9】 & W O 0 2 / 1 2 6 8 7 A 1	15, 16, 20 17-19

# PCT COOPERATION TREATY

10/502044  
**Rec'd PCT/PTO** 29 JUL 2004  
 PCT/JP03/0318

From the INTERNATIONAL BUREAU

**PCT**

## NOTIFICATION CONCERNING SUBMISSION OR TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

ONDA, Hironori  
 12-1, Ohmiya-cho 2-chome  
 Gifu-shi, Gifu 500-8731  
 Japan



Date of mailing (day/month/year)

20 June 2003 (20.06.03)

Applicant's or agent's file reference

P3S2003060

International application No.

PCT/JP03/03183

International publication date (day/month/year)

Not yet published

International filing date (day/month/year)

17 March 2003 (17.03.03)

Priority date (day/month/year)

15 March 2002 (15.03.02)

Applicant

IBIDEN CO., LTD. et al

### IMPORTANT NOTIFICATION

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Priority date

Priority application No.

Country or regional Office  
or PCT receiving Office

Date of receipt  
of priority document

15 March 2002 (15.03.02)

2002-72847

JP/

13 June 2003 (13.06.03)

The International Bureau of WIPO  
 34, chemin des Colombettes  
 1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 338.70.10

Authorized officer

Farid ABBOU

Telephone No. (41-22) 338 8169

